

Aus der Chirurgischen Klinik (Direktor: Prof. Dr. F. Kümmerle)
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Die supracondyläre Humerusfraktur im Kindesalter

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

vorgelegt von
Hildegard Molitor
aus Mayen

Mainz 1971

1972

Aus der Chirurgischen Klinik (Direktor: Prof. Dr. F. Kümmerle)
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Die supracondyläre Humerusfraktur im Kindesalter

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

vorgelegt von
Hildegard Molitor
aus Mayen

Mainz 1971



Referent: Prof. Dr. Hofmann

Korreferent: Prof. Dr. Kümmerle

Dekan: Prof. Dr. Mayet

Tag der mündlichen Prüfung: 20.6.1972



Digitized by the Internet Archive
in 2026

INHALTSÜBERSICHT

Seite

A. Einleitung	1
B. Anatomie und Unfallmechanik	2
C. Diagnostik	7
D. Therapie	12
1. Allgemeines	12
2. Konservative Methoden	13
3. Operative Methoden	19
4. Medikamentöse Behandlung	21
5. Nachbehandlung	22
6. Nachuntersuchung	23
E. Komplikationen	24
1. Fehlstellung	24
2. Bewegungseinschränkung	25
3. Neurologische Störungen	26
4. Arthrose	28
5. Ischämische Kontraktur	28
6. Myositis ossificans	30
7. Osteomyelitis	31
F. Eigenes Krankengut	33
1. Materialübersicht	33
2. Unfallhergang	38
3. Aufnahme-Befund	39
a) klinisch	39
b) röntgenologisch	42
4. Therapie und Heilverlauf	45
5. Nachuntersuchungs-Ergebnisse	47
6. Sonderfälle	55
a) Offene Frakturen	55
b) Operativ behandelte Frakturen	56
c) Komplikationen	57
α) Fehlstellung	57
β) Neurologische Ausfallerscheinungen	57
γ) Ischämische Kontraktur	58
G. Diskussion	60
H. Zusammenfassung	74
I. Anhang	75
J. Literaturverzeichnis	89
K. Lebenslauf	94

DIE SUPRACONDYLÄRE HUMERUSFRAKTUR IM KINDESALTER

A. Einleitung

Wegen ihrer besonderen Häufigkeit, der Schwierigkeiten bei der Behandlung und der zahlreichen Komplikationsmöglichkeiten ist die supracondyläre Humerusfraktur beim Kind eine der problematischsten Bruchformen (SIMON 40, HOFMANN 23).

Nach Untersuchungen von TEUTSCH und SCHMIDT (42) ist sie, neben den Schlüsselbein- und Unterarmbrüchen, die häufigste Fraktur im Kindesalter. Epidemiologisch wurde in Schweden sogar eine Häufigkeitszunahme festgestellt (HENRIKSON 22). Die Vielzahl der empfohlenen Behandlungsmethoden deutet auf besondere therapeutische Schwierigkeiten hin: ausgesprochene Neigung zur Redislokation (dadurch ist mehr als die Hälfte aller bleibenden Ellbogenfunktionsstörungen bedingt, TEUTSCH und SCHMIDT 42), Gefahr der Durchblutungsstörung, am meisten gefürchtet: die ischämische Kontraktur (vergl. Abb. 5).

Ziel dieser Arbeit ist die Gegenüberstellung von Verletzungsart, Behandlungsmethode und Spätergebnis. Dazu werden die untersuchten Fälle nach klinischen und röntgenologischen Gesichtspunkten mit Hilfe eines statistischen Erhebungsbogens (siehe Anhang) klassifiziert.

B. Anatomie und Unfallmechanik

Unter physiologischen Bedingungen bildet der Unterarm mit dem Oberarm einen nach lateral offenen Winkel, dessen Größe nach Alter, nach Geschlecht und individuell variiert, wobei jedoch keine Rechts-Links-Differenz besteht. Seine Gradzahl schwankt beim Kind zwischen 155° und 175° . Durch Pronation und durch Beugung des Armes wird diese Valgusstellung verringert bzw. kehrt sich in eine Varusstellung um. Daher muß der Cubitalwinkel am maximal gestreckten, supinierten Vorderarm gemessen werden (SIMON 40). Die supracondyläre Fraktur heilt oft in Varusstellung oder mit einem Hypervalgus aus, beide Fehlstellungen stören schon in geringem Ausmaß den kosmetischen Eindruck, in stärkeren Graden können sie die Gelenkfunktion erheblich behindern (LANGE 29). Ein vergrößerter Valguswinkel führt zur Überdehnung des im Sulcus nervi ulnaris zwischen Condylus ulnaris und Olecranon verlaufenden Nerven, wodurch gelegentlich latente, unter Umständen später manifeste Ulnarispareesen verursacht werden.

Die Häufigkeit dieser Bruchform - im Kindesalter stellt sie rund 60 % aller Ellbogenverletzungen dar (BLOUNT 5, EHALT 13) - ist durch die anatomischen Verhältnisse bedingt. Die größtenteils knorpelige Struktur des kindlichen gelenknahen Humerus verursacht eine so große Elastizität, daß bei Gewalteinwirkung in Richtung der Unterarmachse das Condylenmassiv als Ganzes verschoben wird, und meist nicht an der Stelle der größten Beanspruchung - Capitulum und Trochlea - zerbricht, sondern im Bereich des kleinsten Querschnittes, d.h. dicht oberhalb der Condylen (HOFFMANN 23, TEUTSCH und SCHMIDT 42). So versteht sich auch, warum in diesem Abschnitt Trümmerbrüche (vergl. Abb. 6) viel seltener vorkommen als beim Erwachsenen (MORGER 34). Der Bandapparat des kindlichen Ellbogengelenkes ist so straff,

bei ein Trauma viel häufiger mit einem Knochenbruch als mit einer Luxation beantwortet wird (TETTERICH und WINKELMANN 42). Nach Untersuchungen von BLOUNT (3) und MARXER (35), entstehen 70 %, nach KUFMANN (23) 90 %, nach BAUMANN (2) 70 % der supracondylären Fracturen dieser Altersstufe im wesentlichen durch Sturz auf die ausgestreckte Hand bei leicht gebeugtem Ellenbogen (WELLMER, KOLIMOWSKY und RÖTZEL 46), sogenannte Extensionsfraktur (vergl. Abb. 3, 4, 5, 7). Entsprechend der Richtung der einwirkenden Kraft verläuft die Bruchlinie von distal-volar nach proximal dorsal. Die andere Bruchform entsteht beim Sturz auf den spitzenwinklig gebeugten Ellenbogen und wird als Flexionsfraktur bezeichnet (vergl. Abb. 6); der Bruchseil verläuft, entsprechend wie beim Extensionstyp, von proximal-volar nach distal-dorsal (WELLMER, KOLIMOWSKY und RÖTZEL 46). Die seltene Anteilluxation dieser Fracturen in die-, trans- und percondylar, je nach Höhe der Bruchlinie, ist meist nicht anzusehen, weil auf dem r.-p.-Röntgenbild die gleiche Fraktur mehr transcondylar erscheint, die auf der Seitenaufnahme eher als supracondylar anzusehen wäre. Tatsächlich verläuft dieser Bruchlinien-Abschnitt vom Gelenk nur um wenige Millimeter (BLOUNT 3, v.v. KREIBERGER 16).

Ob bei der Mechanik der supracondylären Brüche die Epiphysenfugen einbezogen werden, ist umstritten. Während v. KENZLI (27) behauptet, bei Kindern liegen die Bruchlinien häufig in der Wachstumszone, sind teilweise, sind vollständig, vertreten BAUMANN (2), MORZER (34) und BLOUNT (3) u.a. die Ansicht, daß die Epiphysenlinie außerordentlich selten betroffen ist.

Durch Unterhalt der Epicondylen setzt die Gelenkspalte an, die distale Humerusepiphyse teilweise mit in das Gelenk einbeziehend, außerdem die drei Teilgelenke, aus denen sich die Articulatio cubiti zusammensetzt: die Articulatio humero-ulnaris zwischen Trochlea humeri und

Incisura trochlearis der Ulna, die Articulatio humero-radialis zwischen Capitulum humeri und dem Radiusköpfchen und die Articulatio radio-ulnaris proximalis zwischen Capitulum radii und der Incisura semilunaris ulnae. Am Rand dieser halbmondförmigen Einkerbung heftet sich die Kapsel an, so daß das Olecranon extracapsulär liegt. Ob der Bruchspalt der supracondylären Fraktur grundsätzlich innerhalb oder außerhalb des Gelenkes verläuft, ist ungeklärt. Nach MORGER (34) findet er sich praktisch immer extracapsulär, nach SIMON (40) meist auf der Volarseite intra-, quer zu den Condylen verlaufend, auf der Dorsalseite extracapsulär durch den oberen Anteil der Fossa olecrani.

Als Dreh-Scharniergelenk erlaubt die Articulatio cubiti zweierlei Bewegungen: Beugung-Streckung und Pro-Supination. Wird bei dislozierter supracondylärer Extensionsfraktur das in die Ellbeuge vorspringende proximale Bruchstück nicht reponiert, so stellt es ein knöchernes Beugungshindernis dar, weil dieser "Sporn" (vergl. Abb. 3 c) mit dem Processus coronoideus ulnae die Flexionsbewegung sperrt (WELLER, KOSLOWSKI und RÜTZEL 46). Analog behindert eine noch dorsal vorragende Knochenkante, durch eine Flexionsfraktur verursacht, die Streckbewegung dann, wenn sie mit dem Olecranon kollidiert. Ist die im proximalen und distalen Radio-Ulnar-Gelenk und in der Articulatio humero-radialis ausgeführte Pro-Supinationsbewegung infolge einer supracondylären Fraktur eingeschränkt, so wird der Bewegungsausfall im Schultergelenk voll kompensiert (TEUTSCH und SCHMIDT 42). Zur exakten Messung seines Ausmaßes muß deshalb der Ellbogen an den Rumpf angelegt werden, um eine Mitbewegung im Humero-Scapular-Gelenk auszuschalten.

Die der Bruchstelle nahe benachbarten Nerven- und

Gefäßstämme werden durch Unfall- wie Repositionstrauma, durch Fehlstellung und überschießende Kallusbildung bedroht. Der Nervus medianus verläuft geschützt in der medialen Bicepsfurche, bis zum Eindringen in die Tiefe der Fossa cubiti, wo er gelegentlich von der scharfen Kante des proximalen Bruchstückes angespießt wird. Der Nervus radialis zieht spiralig über das Periost des dorsalen Humerusschaftes, so daß er durch ein nach dorsal disloziertes Bruchstück überdehnt oder von dessen scharfer Kante angeritzt werden kann. Eingebettet in die Tricepsmuskulatur gelangt der Nervus ulnaris zum gleichnamigen Sulcus an der Innenseite des Ellbogens, in dem er durch seine oberflächliche Lage stoßgefährdet ist, durch eine Hypervalgusstellung überdehnt wird.

Anatomisch begünstigend für die Entstehung der gefürchteten ischämischen Kontraktur wirkt einmal der Verlauf der Cubitalarterie in der medialen Bicepsfurche bis zum Lacertus fibrosus, von dem sie überbrückt wird. Sie kann durch die Fragmente überdehnt (HOFMANN 23), angespießt und ausnahmsweise komprimiert werden; zum zweiten erlaubt die straffe Textur der Unterarmfaszie keine Größenzunahme der Beugerloge bei Hämatom- bzw. Ödembildung, so daß bei zunehmendem Druckanstieg innerhalb dieses Weichteilschlauches die Durchblutung mehr und mehr gedrosselt wird (WELLER, KOSLOWSKI und RÖTZEL 46 u.a.).

Die Untersuchungen zahlreicher Autoren (BLOUNT 5, EHALT 13, MORGER 34, HOFMANN 23, SIMON 40 u.a.) zeigen alle eine ähnliche Altersverteilung dieser Bruchform. HOFMANN (23) fand z.B. einen Häufigkeitsgipfel zwischen dem 6. und 9. Lebensjahr, SIMON (40) bei den von ihm untersuchten Kindern mit Querbrüchen des distalen Humerus den Häufigkeitsgipfel im Alter von 4 bis 9

Jahren. In einer Aufstellung der Geschlechtsverteilung nach TEUTSCH und SCHMIDT (42) sind bis zum 6. Lebensjahr vorwiegend Mädchen, vom 6. bis 10. Lebensjahr vorwiegend Knaben betroffen.

Meist wird eine erhebliche Häufung dieser Fraktur am linken Ellbogen beschrieben (WELLES, KOSLOWSKY und RÜTTEL 46, RAUMANN 2, SIMON 40), nach der Statistik von TEUTSCH und SCHMIDT (42) ist die Relation der links- und rechtsseitigen Brüche 2 : 1.

C. Diagnostik

Wenn auch die klinische Untersuchung zur Frakturdiagnostik von der schonenderen Röntgenmethode abgelöst wurde, so ist sie doch unerläßlich zur Erkennung eines komplizierten Bruches, von Weichteil- oder Nervenverletzungen und Durchblutungsstörungen. Bei der Inspektion, immer im Seitenvergleich, fällt oft eine Schwellung, gelegentlich Blaufärbung durch ein Hämatom im Ellbogenbereich auf. Eine Deformierung des distalen Oberarmes kann einmal ausschließlich durch diese Weichteilreaktion zustandekommen, kann aber auch durch Fragmentdislokation bedingt sein. Grübchenförmige Einziehung der Haut in der Fossa cubiti deutet auf eine Anspießung der Weichteile durch die Kante des proximalen Fragmentes hin (SIMON 40), eine bei gebeugtem Arm sichtbare Vorwölbung neben dem Olecranon auf einen intraarticulären Erguß. Schmerzen beim Druck auf die Condylen, bei Stauchung des Armes und bei jeder Bewegung legen den Verdacht auf eine supracondyläre Fraktur ohne Verschiebung der Bruchstücke nahe (vergl. Abb. 2).

Vor Beginn jeder Behandlung ist eine neurologische Prüfung durchzuführen, damit eventuell nach Einrichtung auftretende Paresen von primären unterschieden und durch sofortige Stellungsänderung der Fragmente behoben werden können. Zur Untersuchung des Nervus medianus läßt man das Kind die Finger beugen. Dann streckt man dessen Zeigefinger passiv im Mittelgelenk. Beugt es darauf das Endglied, so ist dieser Nerv sicher intakt. Bei erhaltener Spreiz-Schließbeweglichkeit läßt sich eine Störung im Ulnarisbereich ausschließen, bei Streckfähigkeit der Finger eine Läsion des Radialnerven (MORGER 34).

Von entscheidender Bedeutung sind bei der supracondylären Fraktur Kontrolle und Überwachung der Durch-

blutungsverhältnisse, weil Zirkulationsstörungen innerhalb von 3 bis 4 Stunden über den kindlichen Arm entscheiden können (BAUMANN 2, BLOUNT 5). Als erstes Symptom läßt sich der Radialispuls in manchen Fällen schlecht oder gar nicht tasten (BLOUNT 5, BÖHLER 7, EHALT 13), bei fortgeschrittenen Stadien treten in der Regel Spannungsblasen am Unterarm, Cyanose und Kälte der Hand auf. Alarmierendstes Zeichen für die drohende ischämische Kontraktur, allerdings nicht obligat, ist ein heftiger ischämischer Schmerz, darüberhinaus findet man gelegentlich sensible bzw. motorische Ausfallserscheinungen an den Fingern (MORGER 34, BLOUNT 5).

Die "klassischen" Symptome des Knochenbruches, Krepitation und abnorme Beweglichkeit, sollten nicht geprüft werden, weil diese Untersuchungen eingreifend und unnötig sind, da Röntgenbilder in zwei Ebenen klare Diagnosen ermöglichen (BAUMANN 2); selbst eine Verdrehung der Bruchstücke gegeneinander ist - im Gegensatz zu vielen anderen Bruchformen - bei dieser Fraktur eindeutig röntgenologisch feststellbar; die Unterscheidung, ob innen- oder außenrotiert, ist jedoch auf alle Fälle klinisch zu treffen (EHALT 13). Voraussetzung für die Röntgendiagnostik ist eine exakte Projektion in a.p.- und eine in frontaler Richtung. Die dazu notwendige Haltung kann das Kind, auf Grund seiner starken Schmerzen oft nicht einnehmen, weshalb prinzipiell nach Lokalanästhesie geröntgt werden sollte (EHALT 14). Zur Beurteilung der Bilder ist eine genaue Kenntnis der Knochenkernentwicklung erforderlich, damit nicht Wachstumsmit Frakturlinien verwechselt werden. Ein Vergleichsbild des unverletzten Ellbogens erleichtert diese Unterscheidung (MORGER 34, BÖHLER 8). Neben sorgfältiger klinischer Untersuchung wird möglichst eine Röntgenkontrolle des Unterarmes zum Ausschluß einer oft unauf-

fälligen Begleitverletzung in diesem Bereich empfohlen (SCHNEIDER und HOFMANN 39). Vor der Verwendung zu kleiner Filme ist ausdrücklich zu warnen, wodurch nicht selten Mehrfachverletzungen (vergl. Abb. 7) übersehen wurden, die besonders in dieser Region unter allen Umständen rechtzeitig erkannt und behandelt werden müssen, um schwerwiegende Folgen zu vermeiden (EHALT 13, BAUMANN 2). Ein supracondylärer Bruch ohne Fragmentverschiebung (vergl. Abb. 2) läßt sich in der a.p.-Projektion oft nicht feststellen, immer jedoch auf der Seitenaufnahme, nämlich an der Unterbrechung der volaren Corticalis in Höhe der Fossa coronoidea (SIMON 40). Bei den dislozierten Frakturen unterscheidet man vier klassische Typen der Verschiebung, die gemeinsam durch Trauma und Muskelzug hervorgerufen werden (WELLER, KOSLOWSKY und RÖTZEL 46, SIMON 40, KUSS und HENNRICH 28):

Seitverschiebung des distalen Bruchstückes in der Sagittal- oder Frontalebene,
Verkürzung durch Verlagerung des distalen Humerusabschnittes nach proximal,
Verdrehung der Fragmente gegeneinander,
Achsenknickung oder Kippung der Bruchstücke, d.h. Winkelbildung zwischen ihren Längsachsen.

Bei schweren Frakturen treten meist alle vier gleichzeitig auf (vergl. Abb. 3) (BAUMANN 2). Dislokationen in der Sagittalebene lassen sich leicht röntgenologisch nachweisen; sie sind von untergeordneter Bedeutung, weil mangelhafte Reposition in a.p.-Richtung durch das Wachstum in fast allen Fällen ausgeglichen wird (WENSE 47 u.a.), (vergl. Abb. 3 e).

Eine Verkürzung des Humerusschaftes ist auf der Aufnahme nicht zu übersehen und kann durch Längszug am Unterarm behoben werden. Bei Torsion der Fragmente gegeneinander

kommt eine Breitendifferenz beider Schaftanteile zustande; wird der Bruch ohne Korrektur dieser Verschiebung fest, so ruft sie oft eine Varus- oder Hypervalgusstellung, selten eine Einschränkung der Pro- Supination hervor (EKESPARRE 16). Achsenknickung in der a.p.-Ebene stellt sich auf dem Seitbild dar, in der Frontalebene läßt sich der sogenannte Varus- oder Valgusknick mit der von BAUMANN (4) angegebenen Hilfslinie in Winkelgraden bestimmen: Zieht man in der a.p.-Aufnahme zwischen Metaphyse und Kern des Condylus radialis eine Gerade, so bildet sie normalerweise, von kleinen individuellen Schwankungen abgesehen, mit der Humerusschaftachse einen Winkel von etwa 75° . Bei starker gleichzeitiger Verkürzung und Dorsalverschiebung läßt er sich ausnahmsweise nicht exakt bestimmen, eine Änderung des Cupitalwinkels zeigt sich jedoch beim Vergleich der Röntgenbilder beider Seiten (SIMON 40). Wird diese Achsenknickung nicht vollständig reponiert, so kann sie zu erheblichem Cubitus varus oder hypervalgus führen, der durch das Wachstum in keiner Weise und in keinem Falle gebessert wird, wie u.a. BAUMANN (2) eindeutig nachwies. Zur Klassifizierung der unterschiedlichen Dislokationsgrade empfiehlt FELSENREICH (18) folgende Einteilung: supracondyläre Infraktur ohne Rotations- und Varusknickung (vergl. Abb. 2) und solche mit leichter Flexions- oder Extensionsknickung; Brüche, die nicht knochenbreit seitlich verschoben sind, aber eine Achsen- und Rotationsverschiebung aufweisen; über knochenbreit verschobene Brüche (vergl. Abb. 3, 4, 6, 7).

Dreimalige Röntgenkontrollen sind im Anschluß an die Reposition bei dislozierten supracondylären Humerusfrakturen absolut erforderlich, weil besonders diese Bruchform zu sekundärer Verschiebung neigt; auf dem Bildwandler wird die Einrichtung verfolgt und das Ergebnis

am nächsten Tag mit einer Röntgenaufnahme kontrolliert und dokumentarisch festgehalten, eventuell nötige Nachrepositionen möglichst bald durchgeführt (EHALT 14). Am 10. Tag, dem letzten Termin für eine konservative Reposition, soll anhand weiterer Bilder entschieden werden, ob die Fragmentstellung ausreichend ist. Eine dritte Kontrolle wird nach Gipsabnahme durchgeführt, um bei spärlicher Kallusbildung, die durch den Verband nicht beurteilt werden kann, den Arm für weitere zwei Wochen mit dorsaler Gipsschiene ruhigzustellen (MORGER 34).

D. Therapie

1.) Allgemeines

BÖHLER (7) stellte für die Behandlung aller verschobenen Knochenbrüche vier Grundsätze auf, die in besonderer Weise für die kindliche supracondyläre Fraktur Gültigkeit besitzen: frühest mögliche Reposition; Überwachung der Durchblutung; absolute Ruhigstellung bis zur Konsolidierung; frühzeitige Bewegung aller nicht fixierten Gelenke zur Verhütung von Muskelatrophie und Versteifung. Von zahlreichen Autoren (BÖHLER 7, EHALT 13, MORGER 34, REHBEIN und HOFMANN 37, SIMON 40, VIERNSTEIN und JANTZEN 44, KATZMANN 25, KUSS und HENNRICH 28, WELLER, KOSLOWSKY und RÖTZEL 46) wird eine sofortige Einrichtung der Bruchstücke als beste Prophylaxe der Zirkulationsstörung, sowie als wichtigste Sofortmaßnahme bei ersten Anzeichen einer Durchblutungsbehinderung gefordert.

Die exakte Fragmentreposition bietet bei der supracondylären Extensionsfraktur weniger Schwierigkeiten als die Erhaltung dieser reponierten Stellung, da die Fragmente, bedingt durch den im typischen Falle schräg verlaufenden Bruchspalt (vergl. Abb. 5 c, 6 b), ausgesprochen zu sekundärer Verschiebung neigen. Über die spezielle Indikation der zahlreichen entwickelten Fixationsmethoden gehen die Meinungen auseinander. Grundsätzlich aber gilt, daß jeder Operation wenigstens ein konservativer Behandlungsversuch vorausgehen soll (KÜNZLI 27). Die streng konservative Richtung (BLOUNT 5, MORGER 34, WUSTMANN 49, EICHLER, RÖHLIG 15) wiederholt, wenn notwendig, das Repositionsmanöver zwei- bzw. dreimal, ehe man sich zu einer Metallosteosynthese entschließt. Andere dagegen bevorzugen, entweder primär, oder nach ein bzw. zwei vergeblichen Fixationsversuchen im Gips- oder Extensionsverband, die percutane Spickdrahtung, weil sie diese schonendste Form

einer Metallosteosynthese für weniger eingreifend halten, als wiederholte Repositionen (BÖHLER 9, WELLER, KOSLOWSKY und RÖTZEL 46, KUSS und HENNRICH 28).

Meist wird für die manuelle Einrichtung allgemeine Anaesthesie empfohlen (EHALT 13, MORGER 34, SIMON 40, KUSS und HENNRICH 28, HOFMANN 23). FAHEY (17) dagegen lehnt, besonders bei jüngeren Kindern, jede Anästhesie mit der Begründung ab, daß sowohl Spritze als auch Maske das Kind mehr irritieren als die Reposition.

Alle dislozierten kindlichen supracondylären Brüche müssen mindestens fünf Tage nach der Behandlung noch stationär beobachtet werden, da die Schwellung meist bis zu diesem Zeitpunkt anhält, und damit die Gefahr einer Durchblutungsstörung wenigstens so lange besteht (EHALT 13, HAGEN 19).

2. Konservative Methoden

Bei der supracondylären Fraktur ohne (vergl. Abb. 2) oder mit geringer Fragmentverschiebung in Sagittalebene ausschließlich, erübrigt sich jede Reposition, der Arm wird für etwa drei Wochen mit dorsaler Gipslonguette ruhiggestellt. Starke Dislokation (vergl. Abb. 3, 4, 6, 7) erfordert entweder manuelle Einrichtung oder Extension, oft werden beide, letztere zur Fixation in reponierter Stellung, angewandt. Das Repositionsmanöver wird von allen in ähnlicher Weise durchgeführt und gelingt bei systematischem Vorgehen in richtiger Reihenfolge fast immer durch kräftigen Längszug bei Supination des gestreckten Vorderarmes mit darauffolgender maximaler Beugung (BÖHLER 8). Nach genauen Untersuchungen von MORGER (34) ist bei diesem Vorgehen die Furcht vor Überdehnungsschäden an Gefäßen, Nerven oder Muskeln unbegründet. Bei der Einrichtung der Flexionsfraktur (vergl. Abb. 8) wird der Humerusschaft nach volar geschoben, das distale

Fragment nach dorsal, wodurch sich die Bruchstücke verkeilen lassen (MORGER 34, EICHLER und RÖHLIG 15). Zur Ruhigstellung wird prinzipiell ein Oberarmgips in Streckstellung für etwa vier Wochen angelegt, weil die Extensionsstellung eine Verhakung der eingerichteten Fragmente mit sich bringt (EHALT 13, MORGER 34, KATZMANN 25, FAHEY 17, HAGEN 19, BÖHLER 8).

Schwierig wird die Wahl des Fixationsmittels und der Armstellung bei der viel häufigeren Extensionsfraktur (vergl. Abb. 3, 4, 5, 7). Man verwendet gepolsterte (MORGER 34) oder ungepolsterte (BAUMANN 2) dorsale und volare Gipsschienen, die nacheinander an den Arm angewickelt werden, ohne sich seitlich zu überdecken, oder nur eine dorsale Schiene, die nach Abklingen der Schwellung zum Zirkulärgips ergänzt wird (EHALT 13), oder einen Rundumgips, der sofort und in jedem Falle bis auf die letzte Faser zu spalten ist (BÖHLER 7). Ein unmittelbar nach der Reposition angelegter, ungespaltener Zirkulärgips wird von allen Autoren strikte abgelehnt, da nach allgemeiner Erfahrung die meisten ischämischen Kontrakturen auf diese Weise entstanden sind (BÖHLER 7, KATZMANN 25). Manche fordern in jedem Falle (VIERNSTEIN und JANTZEN 44, WENSE 47, LANGE 30), andere unter besonderen Umständen (BAUMANN 2 u.a.), einen Thorax-Abduktionsgips, um möglichst jede Muskelwirkung auf die Fragmente und damit die Gefahr nachträglicher Verschiebung auszuschalten.

Bei der Wahl des Fixationswinkels im Ellbogengelenk ergibt sich folgende Schwierigkeit: Maximale Beugung bedeutet Stabilitätsoptimum, gleichzeitig aber ungünstigste Voraussetzung für die Durchblutung von Unterarm und Hand, da die Brachialarterie in dieser Stellung komprimiert wird. Trotzdem empfehlen mehrere Autoren (BLOUNT 5, MORKOS 35 u.a.) primär maximale Flexion, die allerdings beim geringsten Anzeichen einer Zirkulations-

störung verringert werden muß. Andere fixieren den Arm, zu optimaler Durchblutung, zunächst in rechtwinkliger Stellung (SIMON 40), nehmen dafür aber die Gefahr der Dislokationsneigung in Kauf und verzichten auf exakte a.p.-Röntgenprojektion, die jedoch zur Erkennung eines Varus- oder Valgusknickes absolut notwendig wäre (MORGER 34, BAUMANN 4). Eine 3. Gruppe bevorzugt die Mittelstellung zwischen 90°- und maximaler Beugung (EHALT 13, MORGER 34 u.a.).

Der Vorderarm muß in leichter Pronationsstellung fixiert werden (SIMON 40, EHALT 13), um nachträglicher Varusverkipfung vorzubeugen, die sich bei extremer Supination zwangsläufig durch den Muskelzug der Vorderarmrotatoren ergäbe. Nur bei maximaler Spitzwinkelstellung scheint diese Muskelwirkung unbedeutend zu sein, weshalb einige Autoren eine Kragen-Manschetten-Binde ("cluff and collar") benutzen, die den Unterarm supiniert hält (BLOUNT 5, MORKOS 35).

Um das Dilemma bei der Wahl des Fixationswinkels im Gipsverband zu umgehen, wird häufig bei stark dislozierten supracondylären Frakturen von Extensionsverfahren Gebrauch gemacht (BAUMANN 2, BLOUNT 5, FAHEY 17, v.EKESPARRE 16 u.a.), ebenso bei solchen mit primärer oder sekundärer Zirkulationsstörung und bei vielen offenen Frakturen. Wegen der Gefahr der Durchblutungsstörung bei dieser Bruchform lehnen beispielsweise HOFMANN (23), REHBEIN und HOFMANN (37) den primären Gipsverband ab.

Es werden zahlreiche Modifikationen des Zug-Prinzipes verwendet. BAUMANN (2) z.B. bevorzugt bis heute die 1916 von ihm entwickelte Olecranondraht-Extension mit Gegenzug am Oberarm (vergl. Abb. 5c, d). Nach seiner Erfahrung richteten sich die Bruchstücke meist innerhalb kurzer Zeit in diesem Längszug aus. Während der

ersten zwei bis drei Tage läßt sich ihre Stellung durch Variation der Zug-Gegenzugkräfte, eventuell durch reponierende Manipulationen beeinflussen. So erübrige sich fast immer eine der Extension vorausgehende manuelle Einrichtung. Einige Tage später kann der Zugverband durch dorsale und volare Gipsschienen ersetzt werden. Da die Kinder sich jedoch in der Extensionsanordnung sehr wohl fühlten, empfiehlt er, diese für drei Wochen zu belassen und den Arm für weitere drei Wochen mit einer angewickelten Gipsschiene ruhigzustellen. EHALT (13) verzichtete auf den Heftpflasterzug am Unterarm aus Furcht vor einer dadurch hervorgerufenen Zirkulationsstörung. Vorteilhaft wirkt sich bei diesem Behandlungsprinzip die allmähliche, daher schonende Einrichtung der Bruchstücke aus. BAUMANN (4) stellte hierbei eine wesentlich geringere Abrutschtendenz als im Gipsverband fest, vorausgesetzt, daß die verwendeten Zügel nicht zu kurz seien. Dieses Extensionsverfahren erlaubt eine exakte Röntgenkontrolle der Fragmentstellung auch in der a.p.-Ebene. Die Position des Armes, das verbandfreie Ellbogengelenk, begünstigen angeblich Hyperämie und Venendrainage des Unterarmes, die Weichteile des Oberarmes allerdings werden von der Manschette komprimiert. Eine angeblich mögliche Schädigung des Nervus ulnaris oder der Epiphyse durch den Extensionsdraht, sowie Pseudarthrosen im Kindesalter seien durch vorschriftsmäßiges Vorgehen immer vermeidbar (BAUMANN 4, EHALT 13), Bohrdraht-Osteomyelitis und Weichteilinfektion sind extrem seltene Komplikationen.

FAHEY (17) verwendet ein Extensionsverfahren, bei dem über eine von dorsal eingebohrte Ulnaschraube ein Gewichtszug nach seitwärts so ausgeübt wird, daß der horizontal gelagerte Oberarm um 45° bis 60° abduziert wird. Eine Beugung im Ellbogengelenk wird durch senkrecht nach oben gerichteten Gegenzug am Unterarm erreicht, der den

Humerus 20° über die Horizontale heben soll. Die Fragmentstellung kann durch Variation der Zug-Gegenzug-Intensität, durch manuelle Einrichtung und durch einen zweiten Gegenzug beeinflusst werden. Vorteile gegenüber der BAUMANN-Extension seien ein festerer Sitz der Schraube im Vergleich zu den Kirschnerdrähten, die sich gelegentlich im Bohrungskanal verschieben, abgesehen davon die angeblich leichtere technische Anwendbarkeit bei erheblicher Weichteilschwellung.

EKESPARRE (16) entwickelte ein System, bei dem sowohl Zug als auch Gegenzug direkt am Knochen angreifen (vergl. Abb. 4c, d). Einen Nagel mit pfeilartig geformter Spitze schlägt er, genau median, von dorsal in den Markraum der proximalen Ulna, einen zweiten, dicht oberhalb der Bruchstelle, in den Humerusschaft. Dann dreht er beide um 90° , wodurch sich ihre scharfen Enden in der Corticalis verankern. Nach manueller Reposition hängt er durch Gewichtszug an den Nägeln den Arm in der BAUMANNschen Stellung auf. Zwei oder drei Wochen später entfernt er das Metall durch eine weitere Drehung um 90° und anschließender Extraktion. Die besondere Bedeutung des direkten Angriffspunktes am Humerus liegt in der exakten Korrektur-Möglichkeit jeder Fragmentdislokation, besonders der Rotationsverschiebung (v.EKESPARRE 16, MORGER 34), bzw. der Dislokation in a.p.-Richtung (HOFMANN 23). HAGEN (19) betont die zuverlässige Erhaltung der Repositionsstellung bei dieser Methode und gibt ihr bei ausgeprägtem Frakturhaematom den Vorzug gegenüber operativen Maßnahmen. Verkantungen des distalen Bruchstückes, wie sie bei nicht exakt horizontal eingebohrtem Kirschnerdraht drohen, werden vermieden, ebenso eine Beeinträchtigung der Zirkulation durch Manschettenzug (v.EKESPARRE 16). Beim Einschlagen der Stifte genau in die Mitte des Schaftquerschnittes ist

keine Knochensplitterung zu befürchten (v.EKESPARRE 16).

Alle Frakturen, die nicht vor Einsetzen der Weichteilschwellung behandelt werden konnten, reponiert und fixiert BLOUNT (5) mit dem von DUNLOP (12) für diese Bruchform entwickelten Verfahren: Über einen am Unterarm angewickelten Extensionsverband wird ein Gewichtszug, auf den Oberarm ein Gegenzug ausgeübt, so, daß der Oberarm in rechtwinkliger Abduktionsstellung horizontal, der Unterarm in annähernd vertikaler Stellung fixiert sind. Um eine Bewegung des Patienten in Richtung des Gewichtszuges zu verhindern, wird ein Laken um seinen Leib geschlungen und an der gegenüberliegenden Bettseite befestigt. Meist erlaubt eine nach zehn Tagen ausreichende Kallusbildung die Entfernung der Extension, selten muß die stationäre Behandlung drei bis vier Wochen andauern. Offensichtliche Vorteile der Methode sind absolut intakt bleibende Haut, überflüssige lokale wie allgemeine Anästhesie und die einfache Handhabung, die angeblich auch dem weniger erfahrenen Chirurgen gute Ergebnisse garantiert, was bei den übrigen Extensionsverfahren, erst recht bei der Gipstechnik fraglich ist (BLOUNT 5). MITCHELL und ADAMS (33) stellten fest, daß bei keinem der so behandelten Kinder eine Durchblutungsstörung auftrat, daß die Zirkulationsstörungen behoben werden konnten, die nach anderen Behandlungsmethoden eingesetzt hatten, und daß Deformheilungen sowie Bewegungseinschränkungen nach DUNLOP-Extension seltener auftraten als nach allen übrigen angewandten Methoden.

Die seit 1929 gebräuchliche Extensionsschiene wird von KATZMANN (25) in eigener Modifikation empfohlen. Die stationäre Beobachtung der Durchblutungsverhältnisse ist für die Dauer dieser Behandlung (etwa 3 Wochen) unerläßlich, anschließend ein Oberarmgips für weitere 3 Wochen ratsam (KATZMANN 25).

Die aktive Reposition mit anschließender percutaner Spickdrahtfixation (vergl. Abb. 6b, c) wird bei stark verschobenen supracondylären Frakturen häufig primär angewandt (BÜHLER 6, SCHWENKE 41, SIMON 40, VIERNSTEIN und JANTZEN 44, MARION 31 u.a.). Manche Autoren benutzen diese Methode nur gelegentlich, nämlich dann, wenn im Gipsverband oder in der Extension keine genügende Stabilität der Fragmente erreicht wird (EHALT 13, BLOUNT 5): Je ein Kirschnerdraht wird durch die Haut der Epicondylen bis in die gegenüberliegende Humeruscorticalis getrieben. Das aus den Weichteilen vorragende Metallende kann subcutan versenkt (geringstes Infektionsrisiko) oder nach außen umgebogen werden (Verhinderung der Fremdkörpereinwanderung). Ein Einbohren des Metalls in den Knorpel der Epiphysenfuge führte nach Beobachtungen VIERNSTEINS und JANTZENs (44) nicht zu einer Wachstumsstörung. MARION (31) lehnt die Verwendung eines Einzeldrahtes, wie ihn HECKER (20) verwendet, ab, weil es dabei zur Drehung des distalen Bruchstückes um den Draht gekommen sei. Die Vorzüge der Spickdrahtung bestehen in der Einfachheit der Anwendung, der exakten Fragmentfixation (MARION 31), unbehinderter Zirkulation und kurzem Krankenhausaufenthalt. Bei sorgfältiger Asepsis scheint nach allgemeiner Erfahrung das Infektionsrisiko gering.

3. Operative Methoden

Die Indikation zur operativen Behandlung der kindlichen supracondylären Frakturen muß strenger gestellt werden als bei den meisten anderen Bruchformen im Wachstumsalter (VIERNSTEIN und JANTZEN 44, v.KÜNZLI 27), denn die Erfahrung hat gelehrt, daß Infektionen, bleibende Funktionseinschränkungen, Verknöcherungen und Wachstumsstörungen in ihrem Gefolge viel häufiger auftreten, als

nach konservativer Therapie (BLOUNT 5, MORGER 34, v. EKESPARRE 16, REHBEIN und HOFMANN 37, SIMON 40, HECKER 20, WITT und RETTIG 48). EHALT (13) verbietet energisch jeden blutigen Eingriff an frischen, komplikationslosen Frakturen. Operative Behandlung ist jedoch angezeigt: bei offenen Frakturen, zumindest wenn eine große Hautwunde besteht (REHBEIN und HOFMANN 37, v. EKESPARRE 16, SIMON 40), bei veralteten Brüchen (v. EKESPARRE 16, REHBEIN und HOFMANN 37, WITT und RETTIG 48, VIERNSTEIN und JANTZEN 44), bei schweren Durchblutungsstörungen und unter Umständen bei Nerven-einklemmung oder -Zerreißung (EHALT 13, v. EKESPARRE 16, MORGER 34, SCHNEIDER und HOFMANN 39, HECKER 20, WITT und RETTIG 48).

Jede offene Fraktur ist als dringender chirurgischer Notfall anzusehen. Nach Wundexcision und Entfernung vorragender, eventuell verschmutzter Knochenspitzen wird der Bruch bei kleiner Hautwunde mit möglichst geringer Manipulation konservativ eingerichtet. Bei ausgedehntem Hautdefekt muß die Fraktur offen reponiert werden. Zur Fixation verwendet man in der Regel zwei gekreuzte Bohrdrähte (vergl. Abb. 6 b, c). BLOUNT (5) befürwortet in solchen Fällen nur dann eine Metall-osteosynthese, wenn sie aus mechanischen Gründen auch bei geschlossener Fraktur unumgänglich wäre, sonst begnügt er sich mit der BAUMANN-Extension oder einem gefensternten Gipsverband. Nur bei frischer, relativ sauberer Wunde mit wenig gequetschten Rändern ist eine Primrnaht zu erwägen.

Bei der Behandlung der kindlichen supracondylären Trümmerfraktur (vergl. Abb. 6 a) werden nach Gipsfixation wie nach primärer Arthroplastik leidliche Resultate, in manchen Fällen sogar bleibende Versteifungen beschrieben (BAUMANN 2), nach Extensions-Therapie dagegen gute Erfolge (BLOUNT 5, WITT und RETTIG 48).

Konservative Manipulationen an einer fünf oder mehr Tage alten Fraktur sind, nach Ansicht einiger Verfasser, schwieriger und eingreifender als die blutige Einrichtung (VIERNSTEIN und JANTZEN 44). In solchen Fällen empfehlen sie - desgleichen SIMON (40) - möglichst frühzeitige operative Einrichtung und Bohrdraxtfixation. Andere dagegen warten die knöcherne Fixation in Fehlstellung ab und korrigieren dann, wenn nötig, durch Humerus-Keilosteotomie (TEUTSCH und SCHMIDT 42). Diese Korrekturoperation führt man wenige Monate nach der knöchernen Konsolidierung (v. EKESPARRE 16), oder erst nach Abschluß des Wachstums durch (LANGE 30), unvorhersehbaren Wachstumsfaktoren Rechnung tragend.

4. Medikamentöse Behandlung

In der Regel wird nach Einrichtung des Bruches ein schwaches Analgeticum empfohlen, manche machen davon nur bei stärkerer Schwellung Gebrauch. MORGER (34) lehnt jedes Schmerzmittel ab, weil einerseits "eine reponierte und exakt fixierte Fraktur beim Kind keine Schmerzen erzeugt", andererseits ein eventuell auftretender ischämischer Schmerz, das Alarmsymptom einer Durchblutungsstörung, nicht verschleiert werden sollte. Starke Betäubungsmittel, z.B. Opiate, sind aus dem letzteren Grunde absolut kontraindiziert (EHALT 13, BLOUNT 5).

Jedes Ödem sollte frühzeitig mit sicher wirkenden Abschwemmmitteln bekämpft, die Resorption eines Frakturhämatoms, z.B. mit Tanderil bzw. Kinetin beschleunigt werden, um durch den erhöhten Gewebsdruck hervorgerufene sekundäre Durchblutungsstörungen zu verhindern.

Den zur Infektionsprophylaxe nach percutaner Spickdrahtung empfohlenen kurzzeitigen Penicillin-Schutz

(HECKER 20) lehnen zahlreiche Autoren auch bei offenen Frakturen ab, solange keine Anzeichen für eine beginnende Infektion erkennbar sind (EHALT 13 u.a.), weil die Antibiotica-Therapie bei Knochenverletzungen fragwürdig ist. Die Notwendigkeit einer Tetanus-Prophylaxe bei allen komplizierten Knochenbrüchen braucht nicht besonders betont zu werden.

5. Nachbehandlung

Bis zur Wiedererlangung des vollen Bewegungsumfanges braucht der kindliche Arm nach einer supracondylären Fraktur manchmal ein ganzes Jahr (EHALT 13). So ist die Ungeduld der Eltern verständlich, die durch irgendeine Art der Nachbehandlung diese Zeit abkürzen möchten. Es ist aber eine Erfahrungstatsache, daß das jugendliche Ellbogengelenk auf zu frühe, schmerzhaft Bewegungen mit ungewöhnlicher Neigung zur Versteifung antwortet. Der Schmerz ist der beste Gradmesser für die Grenze der erlaubten Bewegungsexkursionen (MORGER 34). Nach Entfernung des ruhigstellenden Verbandes sollen die Kinder sich selbst überlassen werden (BLOUNT 5, BÖHLER 8, MORGER 34, EHALT 13, HOFMANN 23, BÜRKLE DE LA CAMP 11, MORKOS 35, SCHWENKE 41 u.a.) (vergl. Myositis ossificans). Jegliche Art der passiven Nachbehandlung - Massage, Heißluft, Bäder, passive Bewegungsübungen - ist kontraindiziert.

6. Nachuntersuchung

Da sich nach mehrwöchiger Ruhigstellung des Armes die Beweglichkeit zum Zeitpunkt des Behandlungs-Abschlusses noch nicht beurteilen läßt, darüber hinaus durch Knochenumbau und Wachstum noch eine Besserung möglich ist (vergl. Abb. 3 c, e), kann das endgültige Ergebnis erst mehrere Jahre nach dem Unfall exakt festgestellt werden.

E. Komplikationen

1. Fehlstellungen

Die Achsen der ehemaligen Fragmente stehen, wie BAUMANN (2) an einem großen Krankengut nachwies, (bestätigt durch Experimente von SIMON (40)) nach 20 Jahren genau so wie zur Zeit der Konsolidierung. Mangelhafte Korrektur einer Verdrehung (SIMON 40, EHALT 13, WELLER, KOSLOWSKI und RÜTZEL 46, BÖTTCHER, SAILER und KOVACICEK 10) oder einer Seitverschiebung des distalen Bruchstückes in radio-ulnarer Richtung (HOFMANN 23, BÖTTCHER, SAILER und KOVACICEK 10, MORKOS 35), können, im Gegensatz zu Dislokationen in a.p.-Ebene, durch das Wachstum in keiner Weise beeinflussen (BAUMANN 2) und verursachen schon in mäßigen Graden eine Hypervalgus- oder, die häufigste Fehlstellung nach einer supracondylären Fraktur - (VIERNSTEIN 43, MORGER 34), eine Varusstellung des Unterarmes. Das volle Ausmaß dieser Deformierungen tritt erst eine Zeitlang nach knöcherner Heilung des Bruches klinisch in Erscheinung, weil sie nur bei maximal gestrecktem Ellbogengelenk genau zu beurteilen sind, diese Bewegung jedoch nach der Ruhigstellung des Armes noch nicht sofort in vollem Umfang möglich ist. Röntgenologisch aber läßt sich in der Regel mit Hilfe des BAUMANN-Winkels (s.o.) nachweisen, daß die Fehlstellung von Anfang an bestand. Gelegentlich kann sich auch eine solche Fehlstellung durch Wachstumsstörungen sekundär entwickeln, wenn durch das Unfall-Trauma eine Epiphysenfuge beschädigt wurde (BAUMANN 2, BLOUNT 5, VIERNSTEIN und JANTZEN 44). Schon ein geringgradiger Cubitus varus oder hypervalgus wirken kosmetisch erheblich störend, stärker ausgeprägte Fehlstellung behindert eventuell die Beweglichkeit

(VIERNSTEIN 43). Die Varus-Deformierung hat einen deutlichen Kraftausfall zur Folge, führt zur Fehlbelastung des Gelenkes und seiner Bänder und zu frühzeitigen Abnutzungserscheinungen (HOFMANN 23), Hypervalgus-Stellung kann eine Überdehnung des N. ulnaris im Sulcusbereich mit sich bringen, wo er bei chronischer Zugbeanspruchung unter Umständen degeneriert (K. VIERNSTEIN 43). Rechtzeitige supracondyläre Keilosteotomie zur Korrektur der Fehlstellung verhindert diese Spätfolgen.

2. Bewegungseinschränkung

Nach Konsolidierung der Fragmente bleibt die Beuge-Streck-Beweglichkeit in den nächsten Wochen bzw. Monaten noch mehr oder weniger eingeschränkt, was durch die vorausgehende Ruhigstellung des Gelenkes, Begleitverletzungen des Bandapparates beim Unfall (MORGER 34) oder durch ein knöchernes Hindernis bedingt sein kann. Pro- und Supination sind dagegen fast in allen Fällen frei oder können im Schultergelenk kompensiert werden (TEUTSCH und SCHMIDT 42). Bis zur vollständigen Rehabilitation vergeht bei einigen Patienten mehr als ein Jahr. Handelt es sich um einen in die Ellbeuge vorspringenden Knochensporn, der zusammen mit dem Processus coronoideus ulnae die Beugebewegung sperrt, so verschwindet das Hindernis gelegentlich spontan nach mehreren Jahren (vergl. Abb. 3 c, e): da es funktionell überflüssig ist, wird es langsam abgebaut (EHALT 13, WENSE 47, SIMON 40, WELLER, KOSLOWSKI und RÖTZEL 46, VIERNSTEIN und JANTZEN 44, HOFMANN 23); außerdem rückt es beim Längenwachstum des Humerus immer weiter vom Gelenk weg (SIMON 40). Eine nicht ganz exakt reponierte Fragmentdislokation in sagittaler Richtung kann also weitgehend durch das Wachstum ausgeglichen werden,

weshalb man sich mit annähernder Korrektur dieser Verschiebung zufrieden geben kann, sie auf keinen Fall nachreponieren sollte (SIMON 40, BLOUNT 5). Sollten sich die Bewegungsexkursionen auch mehrere Jahre nach dem Unfall noch nicht wesentlich vergrößert haben, so muß eine Abtragung des knöchernen Hindernisses vor dem 10. Lebensjahr doch abgelehnt werden (VIERNSTEIN und JANTZEN 44, WELLER, KOSLOWSKI und RÖTZEL 46), weil man zumindest bis zu diesem Alter noch mit einer spontanen Besserung rechnen darf. Dieser möchte man um so weniger vorgreifen, als das Gelenk durch jeden operativen Eingriff möglicherweise schwer geschädigt wird, außerdem der Erfolg eines solchen Vorgehens zweifelhaft ist. Eine Beugeeinschränkung von mehr als 20° hindert schon merklich bei alltäglichen Bewegungen, dagegen fällt eine Verminderung des Streckungswinkels um 40° noch kaum ins Gewicht (VIERNSTEIN und JANTZEN 44). Letztere rührt meist, wenn sie knöchern bedingt ist, von einer schlecht reponierten Flexionsfraktur, deren nach dorsal vorspringendes proximales Fragment bei der Armstreckung mit dem Olecranon zusammenstößt. Sie gleicht sich, analog der knöchernen Beuge-Behinderung nach einer supracondylären Extensionsfraktur, bis auf wenige Ausnahmefälle spontan aus. Starke Überstreckbarkeit stört ebenfalls den kosmetischen Eindruck und steigert die Unfallgefährdung des Armes. Definitive Änderungen der Beuge-Streck-Beweglichkeit lassen sich fast immer vermeiden, wenn nämlich die a.p.-Dislokation der Fragmente durch die Reposition wenigstens bis auf halbe Schaftbreite verringert wird (VIERNSTEIN und JANTZEN 44).

3. Neurologische Störungen

Bei der Erstuntersuchung werden öfter teilweise oder vollständige Paresen des N. medianus oder radialis,

selten des N. ulnaris festgestellt (TEUTSCH und SCHMIDT 42). Die manuelle Reposition der Fraktur darf dann auf keinen Fall aufgeschoben werden. Nach der Einrichtung bilden sich die Ausfallserscheinungen fast regelmäßig im Laufe der nächsten Stunden, Tage oder Monate zurück (HOFMANN 23, TEUTSCH und SCHMIDT 42, WELLER, KOSLOWSKI und RÖTZEL 46). Deshalb wartet man in der Regel mit der operativen Freilegung des Nerven ab (BÖHLER 9, BAUMANN 2, BLOUNT 5, EHALT 13, HOFMANN 23), da erfahrungsgemäß primäre Lähmungen nur sehr selten bestehen bleiben, wenn man ihnen nur Zeit genug läßt, spontan auszuheilen. Zudem scheinen Neurolyse, Nervennaht bzw. -Transplantation auch noch nach Monaten mit Erfolg möglich (BAUMANN 2). Manche Autoren dagegen empfehlen eine sofortige Revision des Nerven, wenn die Symptome nach der Einrichtung des Bruches keine Neigung zur Rückbildung zeigen (MORGER 34, WITT und RETTIG 48, HECKER 20).

Wird ein Nerv erst durch das Repositionsmanöver eingeklemmt oder zerrissen, was als Totalausfall erst sekundär, nach der Einrichtung, in Erscheinung tritt, so dürfen operative Freilegung bzw. Nervennaht nicht hinausgezögert werden (v. EKESPARRE 16, EHALT 13). Treten erste Symptome einer Nervenläsion Monate bzw. Jahre nach dem Unfall auf, dann handelt es sich meist um eine Nervenkompression durch Knochenneubildung am Bruchspalt, durch Kalluswucherung (gelegentlich bis in den Canalis nervi ulnaris), manchmal beantwortet das Gewebe diesen ständigen Reiz mit einer Neurombildung (BAUMANN 2). Selten ruft eine Hypervalgusstellung eine Ulnarisläsion (MOUCHET'sche Lähmung) hervor, die durch dauernde Überdehnung des Nerven beim Nachlassen seiner Elastizität erstmals in Erscheinung tritt (WELLER, KOSLOWSKI und RÖTZEL 46). Frühzeitige Verlagerung des Nerven bzw. Einbettung in die Muskulatur beugen seiner Degeneration vor.

4. Arthrose

Im Gegensatz zu den Frakturen im Erwachsenenalter haben kindliche Ellbogenbrüche äußerst selten Gelenkspätschäden zur Folge, wenn der Bruch schonend behandelt wurde (MORGER 34). Mehrfache Nachrepositionen, besonders aber operative Korrektur veralteter, in Fehlstellung verheilten Brüche, können jedoch noch Jahrzehnte nach dem Unfall eine schwere Arthrosis deformans hervorrufen.

5. Ischämische Kontraktur

Sehr gefürchtet ist die ischämische Weichteilkontraktur (vergl. Abb. 5 i), deren sichere Verhütung ein Hauptproblem bei der Behandlung dieser Bruchform darstellt. Durch sorgfältige Reposition jeder dislozierten supracondylären Ellbogenfraktur möglichst sofort nach dem Unfall, durch gewissenhafte Überwachung der Zirkulation und Innervation während der ersten 5 Tage, wurde sie in den letzten Jahren immer seltener beobachtet. Daß eine Kontrolle der Fingerdurchblutung bis zur Abschwellung des Armes, d.h. bis zu 5 Tagen nach der Reposition nötig ist, zeigt ein von MORGER (34) beschriebener Fall, bei dem sich erst 60 Stunden nach der Einrichtung das Volkmann-Syndrom innerhalb kurzer Zeit entwickelte. Ob sich jedoch diese folgenschwere Komplikation bei optimaler Behandlung in allen Fällen vermeiden ließe, ist bis heute noch nicht sicher (BAUMANN 2). Als Ursache für ihre Entstehung werden vor allem schnürende Verbände verantwortlich gemacht (BÖHLER 7, EHALT 13, REHBEIN und HOFMANN 37, BÜCKLE DE LA CAMP 11), Verletzung oder Kompression der Brachialarterie durch die Fragmente oder ein großes Frakturhämatom (HOFMANN 23, EICHLER und RÖHLIG 15), Überdehnung des Cubitalgefäßes, wobei das Gefäßlumen eingeengt, gelegentlich die Intima ver-

letzt und durch Thromben der Durchfluß behindert wird, Reflexstörungen nach Schädigung sympathischer Gefäßnerven, Überdehnung des medianus oder ulnaris. Treten trotz vorschriftsmäßiger sofortiger Einrichtung der Fragmente und ständiger Durchblutungskontrolle erste Symptome mangelhafter Durchblutung auf, so ist ein gespaltener Gipsverband weitgehend zu lockern, bei schlechter Fragmentstellung möglichst schonend nachzureponieren oder zu extendieren. Mehrfache oder forcierte Manipulationen, besonders Metallfixation, lehnt EHALT (13) in diesem Stadium entschieden ab. Tritt eine halbe Stunde später keine Besserung der Zirkulation ein, dann wird nach Spaltung der Vorderarmfaszie (BLOUNT 5, v. EKESPARRE 16) und Ausräumung des Frakturhämatomes die Freilegung der Brachialarterie erforderlich (WUSTMANN 49), eventuell mit Gefäßresektion, Ganglienblockade, periarterieller Sympathektomie (BLOUNT 5). Bleibt die Durchblutungsstörung 3 - 4 Stunden (nach BÜRKLE DE LA CAMP (11) 2 Stunden) unbehandelt, so ist die Degeneration der Muskulatur nicht aufzuhalten (BLOUNT 5), durch ihre spätere Kontraktur entsteht eine charakteristische Handstellung: maximale Beugung im Handgelenk, in den Fingermittel- und -endgelenken, Überstreckung in den Grundgelenken. Auch dann noch sollte eine operative Behandlung möglichst bald durchgeführt werden. Lokale Exstirpation der geschrumpften Unterarmfaszie (nach WITT und RETTIG 48) zur Durchblutungssteigerung in dem erhalten gebliebenen Muskelgewebe, Neurolyse, eventuell Verlängerung der Beugesehnen, Resektion der Handwurzelknochen bzw. Verkürzung der Unterarmknochen (MORGER 34) und physikalische Therapie (EHALT 13) ermöglichen noch eine gewisse funktionelle Besserung.

6. Myositis ossificans

Sie stellt eine osteoplastische Fehldifferenzierung pluripotenter Bindegewebs-Mutterzellen dar (JESSERER 24) und tritt auf nach Verletzungen, meist im Bereich des Ellbogengelenkes (JESSERER 24), hauptsächlich im Musculus brachialis (KEISER 26). Kinder werden seltener als Erwachsene betroffen (JESSERER 24).

Als auslösende oder mitbedingende Faktoren kommen in Betracht: Unfall- oder Repositionstrauma (ASSHOFF 1), Hämatome (JESSERER 24), deren Resorption und die dabei ablaufenden biochemischen Vorgänge (ASSHOFF 1), in letzter Zeit immer mehr in den Vordergrund getreten die unsachgemäße Behandlung (BÖHLER 7, BLOUNT 5, EHALT 13, WITT und RETTIG 48, BÜCKLE DE LA CAMP 11). Die Diagnose der Myositis ossificans circumscripta traumatica bietet selten Schwierigkeiten, in Ausnahmefällen kann die Unterscheidung von einem osteogenen Sarkom anamnestisch, röntgenologisch und histologisch unmöglich sein, zumal dieses aus der Myositis ossificans entstehen kann (JESSERER 24). Die Symptomatik beginnt mit lokaler Muskelverhärtung, nicht selten begleitet von Temperatursteigerung. Nach 4 - 6 Wochen (EHALT 14), bei guter Belichtung schon nach 2 - 3 Wochen (JESSERER 24), lassen sich röntgenologisch zarte, wolkige Kalkschatten nachweisen, die bald spongiöse Knochenstruktur annehmen, im Laufe von Monaten mit benachbarten Skeletteilen verschmelzen können (JESSERER 24). Kleinere Verknöcherungen führen nicht immer zu Funktionsstörungen (KEISER 26), im Ellbogenbereich resultieren jedoch meist erhebliche Bewegungseinschränkungen (HENNINGSEN 21), oder komplette Versteifung in Mittelstellung (JESSERER 24).

Wichtigste Prophylaxe stellt nach allgemeiner Auf-

fassung (BÜHLER 7, MORGER 34, BLOUNT 5, BÜRKLE DE LA CAMP 11, HOFMANN 23, MORKOS 35, SCHWENKE 41) das Unterlassen jeder passiven Nachbehandlung (Massagen, forcierte Bewegungsübungen usw., vergl. Seite 22) dar. Daneben scheint die Röntgenprophylaxe bei jeder kindlichen Ellbogenfraktur von wesentlicher Bedeutung (MEHLHOP 32, JESSERER 24, HENNINGSEN 21). Als Dosis werden in der ersten Woche 4 - 5 mal 100-150 r (200 kV, 4-10 mA, 0,5 Cu, Feldgr. 8/10 - 10/15 cm, Focus-Hautabstand 30 cm) besonders auf den Musculus brachialis vorgeschlagen (HENNINGSEN 21). Die medikamentöse Prophylaxe in Form von Corticosteroiden (JESSERER 24), Antiphlogistica, resorptionsfördernden Mitteln und Fermenten (z.B. Kinetin, Traumanase) (ASSHOFF 1) spielt eine untergeordnete Rolle.

Die Wahl der Therapie hängt vom Stadium der Verknöcherung ab. Frühveränderungen verschwinden manchmal durch Ruhigstellung (ASSHOF 1 und KEISER 26), manchmal durch Bestrahlung (JESSERER 24 und MEHLHOP 32). Selbst bei ausgesprochener Knochenbildung kommt eine Operation erst nach Jahren in Betracht, da sonst Rezidive (KEISER 26, JESSERER 24), besonders im Kindesalter, allzu häufig auftreten. Aus diesem Grunde stellt JESSERER (24) die Operationsindikation erst nach Abschluß des Ossifikationsprozesses und hält anschließende Röntgen- wie medikamentöse Rezidiv-Prophylaxe für unumgänglich, was allerdings nicht ohne Probleme für das funktionelle Ergebnis bleiben dürfte.

7. Osteomyelitis

Ursachen für diese im Kindesalter sehr seltene Komplikation können offene Knochenbrüche oder iatrogene Keimeinschleppung darstellen. Weil der tote Knochen bei

Kindern schneller als beim Erwachsenen revascularisiert bzw. resorbiert wird, kommt es nur in Ausnahmefällen zur Sequestration. Anhaltende Eiterung zwingt jedoch zur Sequesterotomie, sobald die Fraktur ausreichend fest geworden ist (BLOUNT 5).

F. Eigenes Krankengut

1. Material-Übersicht

In der chirurgischen Universitätsklinik Mainz wurden vom 1.7.1958 bis zum 30.6.1968 insgesamt 171 supra-condyläre Humerusfrakturen bei Kindern von 0 - 14 Jahren behandelt. Aus den Krankenblättern wurden die Daten herausgezogen, auf einen Dokumentationsbogen (siehe Anhang) übertragen und in eine statistisch auswertbare Form gebracht.

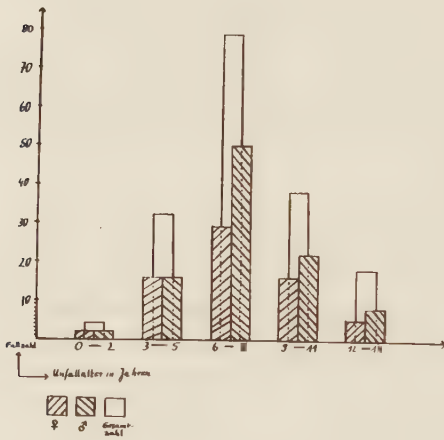
Zur statistischen Methodik: Zur Beurteilung der Verteilungsunterschiede in den folgenden Tabellen wurde der χ^2 -Test (ausführliche Beschreibung: PFANZAGL 36) angewandt. In den folgenden Tabellen wurden zu den beobachteten Häufigkeiten in jeder Zelle der Tabelle sowohl der Erwartungswert (e) als auch die Differenzen zwischen Beobachtungswert (b) und Erwartungswert ($d=b-e$) notiert. Außerdem wurde unter jeder Tabelle:

- 1.) das errechnete χ^2 aufgeführt,
- 2.) die Anzahl der Freiheitsgrade und
- 3.) die Irrtumswahrscheinlichkeit (p),

die aus dem Vergleich des errechneten χ^2 mit dem Tabellenwert resultiert. War das errechnete χ^2 einem der Tabelle für eine vorgegebene Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % entnommenen χ^2 -Wert, so wurden die Unterschiede in den beobachteten Häufigkeiten als Überzufällig (signifikant) bezeichnet.

Tab. 1 gibt die Alters- und Geschlechtsverteilung wieder.

Tab. 1: Alters- und Geschlechtsverteilung



Vier Kinder zogen sich die Fraktur im Alter von 0 bis 2 Jahren zu, in den Altersstufen der 3 - 5-jährigen sowie der 6 - 8-jährigen nahm die Frakturhäufigkeit stark zu, bei den 9 - 11-jährigen und den 12 - 14-jährigen ist wieder ein Rückgang der Häufigkeit festzustellen. In besonderem Maße war also die Altersstufe der 6 - 8-jährigen betroffen.

Bei Knaben trat die Fraktur häufiger auf als bei Mädchen. Dieser Verteilungsunterschied hängt wahrscheinlich mit mehreren Faktoren ursächlich zusammen, die nicht näher untersucht wurden.

Die Seitenlokalisation der Fraktur ist aus Tab. 2 zu entnehmen.

Tab. 2: Rechts-Linksverteilung der Frakturen

Unfall- lokalis.:	rechts	links	Σ
Fallzahl	e 85,5 b 60 d -25,5	85,5 111 +25,5	171,0 171 0

$$\chi^2 = 15,210$$

$$f = 1$$

$$p < 1\%$$

Mit dem χ^2 -Test (Beispiel für die Test-Anwendung vergl. Tabelle 4) findet man einen signifikanten Häufigkeitsunterschied in der Seitverteilung der supracondylären Frakturen. Der linke Ellbogen (111 Fälle) war also wesentlich häufiger betroffen als der rechte (60 Fälle).

Tab. 3 demonstriert die Frakturfrequenz der kindlichen supracondylären Brüche in der chirurgischen Universitätsklinik Mainz innerhalb der 10 beobachteten Jahrgänge.

Tab. 3: Frakturhäufigkeit in den 10 überprüften Jahren

Jahrgang:	1958 II.Halb- jahr	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68 I.Halb- jahr	Σ
Fallzahl:	8	7	12	18	13	15	19	23	25	17	14	171

Vom Jahrgang 1958 wurden nur die Monate Juli bis Dezember, von 1968 nur die Monate Januar bis Juni berücksichtigt. Für diese beiden Jahrgänge ist daher eine Deutung der angegebenen Beobachtungswerte kaum möglich. Sieht man von ihnen ab, so nahmen die Aufnahmezahlen bis 1966 zu, ausgenommen die Jahrgänge 1962 und 1963. Die meisten Patienten wurden 1965 bis 1966 in der hiesigen Klinik behandelt, nach 1966 fiel ihre Zahl wieder ab; eine Deutung dieser Verhältnisse ist schwierig.

In welchen Monaten die Kinder verunglückten, geht aus Tab. 4 hervor.

Tab. 4: Monatsverteilung der Frakturen

Monat:	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Σ
Fallzahl:	14,523	13,118	14,523	14,055	14,523	14,055	14,523	14,523	14,055	14,523	14,055	14,523	171
e:	6	9	8	22	22	17	16	26	15	20	17	2	171
b:	-8,523	-4,118	-6,523	+7,945	+7,477	+2,945	+1,477	+11,477	+0,945	+5,477	-7,055	-11,523	0
$\frac{d^2}{e}$	5,009	1,293	2,930	4,491	3,849	0,617	0,150	0,070	0,064	2,066	3,541	9,143	33,223

$$\chi^2 = 33,223$$

$$f = 12-1; f = 11$$

Tab.-Wert für die 99 %-Grenze bei 11 Freiheitsgraden = 24,7

b = tatsächlich beobachtete Fallzahl, errechnet aus dem Produkt:

$$\text{Gesamtzahl der Fälle} \times \frac{\text{Kalendertage in den einzelnen Monaten}}{365}$$

e = unter der O-Hypothese erwarteter Wert

$$d = b - e$$

$$\chi^2 = \sum \frac{d^2}{e}$$

f = Freiheitsgrade, errechnet aus der Gesamtzahl der Verteilungsmöglichkeiten - 1 (also 12 - 1 Monate)
 Weil das errechnete χ^2 größer ist als der Tabellenwert für die 99 %-Grenze, ist die Irrtumswahrscheinlichkeit φ kleiner als 1 %. Also zeigt die Fraktur im Laufe des Jahres signifikante Häufigkeitsunterschiede. In den Monaten April bis Oktober schwankt die Zahl der Brüche zwischen 15 und 22, in den übrigen Monaten zwischen 3 und 9.

2. Unfallhergang

Tab. 5 gibt die Unfall-Anamnese getrennt für beide Geschlechter wieder.

Tab. 5 : Unfallursachen bei Knaben und Mädchen

Unfallart:	häusl.	Spiel	Sport	Fahrrad	Verkehr	fragl.	Σ
Fallzahl:	e 24,70	36,14	9,04	6,02	3,61	23,49	103,00
♂	b 25	36	8	9	2	23	103
	d +0,30	-0,14	-1,04	+2,98	-1,61	-0,49	0
Fallzahl:	e 16,30	23,86	5,97	3,97	2,39	15,51	68,00
♀	b 16	24	7	1	4	16	68
	d -0,30	+0,14	+1,03	-2,97	+1,61	+0,49	0
gesamt:	41	60	15	10	6	39	171

$$\chi^2 = 5,84$$

$$f = 5$$

$$\varphi > 5\%$$

Die Häufigkeitsdifferenzen der erwähnten Unfallursachen sind also bei beiden Geschlechtern zufällig.

Bei Knaben wie Mädchen kamen die Frakturen am häufigsten durch Spielunfälle (60 Fälle) zustande, an zweiter Stelle der Unfallursachen stand der häusliche Unfall (41 Fälle). Abgesehen von den 39 Fällen, bei denen der Unfallhergang nicht mehr ermittelt werden konnte, traten die übrigen Unfallursachen (31 Fälle) weit seltener auf.

Aus welcher Höhe sich die Unfälle ereigneten, ist in Tab. 6 dargestellt.

Tab. 6 : Sturzhöhe bei Knaben und Mädchen

Sturzhöhe:	eben. Erde	>0 bis 1,5 m	>1,5 bis 4 m	fragl.	Σ
Fallzahl:	e 21,08	29,51	9,64	42,76	102,99
♂	b 19	29	13	42	103
	d -2,08	-0,51	+3,36	-0,76	+0,01
Fallzahl:	e 13,92	19,48	6,37	28,23	68,00
♀	b 16	20	3	29	68
	d +2,08	+0,52	-3,37	+0,77	0
gesamt:	35	49	16	71	171

$$\chi^2 = 3,54$$

$$f = 3$$

$$p > 5\%$$

Mit Hilfe des χ^2 -Testes läßt sich feststellen, daß die Häufigkeitsunterschiede der einzelnen Sturzhöhen, aus denen sich die Unfälle ereigneten, bei beiden Geschlechtern zufällig sind. Läßt man die große Zahl der (71) Fälle außer Acht, bei denen die Sturzhöhe nicht in Erfahrung gebracht werden konnte, so ereigneten sich bei Knaben wie Mädchen die Unfälle am häufigsten aus geringer Höhe (49 Fälle). Die Stürze zu ebener Erde (35 Fälle) traten bei beiden erst an zweite Stelle der Häufigkeit. Bei 13 Knaben und 3 Mädchen wurden Sturzhöhen zwischen 1,5 m und 4 m vermerkt.

3. Aufnahme-Befund

a) klinisch

Insgesamt wurden 165 Frakturen mit intakter Haut und 6 offene Brüche behandelt. Bei fast allen Patienten fand man eine Schwellung der Ellbogen-Region; diese führte gelegentlich isoliert, meist aber durch gleichzeitige Fragment-

dislokation zur Deformation des Armes. In 47 Fällen wurde ein Begleithämatom festgestellt. Die Beweglichkeit wurde bei der Aufnahmeuntersuchung nur grob geprüft, das Ergebnis ist aus Tab. 7 zu entnehmen.

Tab. 7 : Ellbogenbeweglichkeit bei der Aufnahmeuntersuchung

Beweglichk.:	normal	eingeschr.	aufgehob.	fragl.	Σ
Fallzahl:	0	68	22	81	171

Bei 81 von 171 Patienten hatte man die Beweglichkeit des Ellbogengelenkes bei der Aufnahmeuntersuchung nicht schriftlich festgehalten. In keinem der 90 Fälle mit beschriebener Gelenkfunktion war diese normal gewesen, bei etwa 3/4 von ihnen eingeschränkt, bei etwa 1/4 vollkommen aufgehoben.

Aus Tab. 8 geht der neurologische Aufnahmebefund hervor.

Tab. 8: Neurologischer Aufnahmebefund

Läsion:	keine	N.rad.	N.med.	N.uln.	fragl.	Σ
Fallzahl:	47	4	1	1	118	171

4 der 6 beschriebenen Nervenschädigungen betrafen den N. radialis, der N. ulnaris und der N. medianus wurden je 1-mal als verletzt registriert.

Da bei der Mehrzahl der Fälle kein neurologischer Aufnahmebefund schriftlich festgehalten wurde, läßt sich aus den vorliegenden Zahlen schwer beurteilen, welches die häufigste Nervenläsion war.

Die Durchblutungsverhältnisse zu diesem Zeitpunkt sind in Tab. 9 angegeben.

Tab. 2 : Durchblutungsverhältnisse bei der Aufnahmeuntersuchung

Zirkulations-Verhältnisse:	normal	gestörter Rad.-Puls	Anämie der Hand	fragl.	Σ
Fallzahl:	43	6	4	118	171

Bei 4 Kindern, bei denen anfänglich eine Anämie der Hand registriert wurde, entwickelte sich im Laufe der Behandlung eine ischämische Kontraktur (vergl. Abb. 5). Weil die 118 fraglichen Fälle den größten Anteil des Patientengutes ausmachen, läßt sich ebensowenig wie in Tab. 8 sagen, welche Durchblutungsverhältnisse bei der Aufnahmeuntersuchung am häufigsten angetroffen wurden.

b) röntgenologisch

Tab. 10 veranschaulicht die nach dem Röntgenbefund getroffene Unterteilung dieser Brüche in 4 Untergruppen. Dabei werden nur Frakturen mit Dislokation des distalen Fragmentes nach dorsal als Extensions- (vergl. Abb. 3, 4, 5, 7), mit Dislokation nach ventral als Flexionsbrüche (vergl. Abb. 8) aufgefaßt.

J. H., 7 Jahre, Kr.-Bl. Nr. 8022, Röntgenbilder vergl. Abb. 3.

Der Patient stürzte von einer Scheune und erlitt eine supracondyläre Extensionsfraktur mit starker Dislokation. Wegen der Kleinheit des distalen Fragmentes gelang der Ausgleich der Verdrehung der Bruchstücke bei der konservativen Reposition des Bruches nicht vollständig. Nach 45-tägiger stationärer Behandlung im Thoraxgips-Verband war sie mit Fragmentverschiebung 2.⁰es knöchern durchgeheilt. Das beim Behandlungsabschluß deutlich sichtbare knöcherne Beugungshindernis war bei der Nachuntersuchung 10 Jahre später fast vollständig abgebaut. Abgesehen von einer Einschränkung der Supinationsbewegung um 20° blieb klinisch keinerlei Seitendifferenz bestehen.

D. U., 12 Jahre, Kr.-Bl. Nr. 3728, Röntgenbilder vergl. Abb. 8.

Supracondyläre Flexionsfraktur mit Fragmentverschiebung 1.⁰es. Zweimalige manuelle Reposition und Fixation im Oberarmgips führten zu einer endgültigen Flexionsstellung (Dislokation 1.⁰es) der Bruchstücke. Sieben Jahre nach dem Unfall ergab die klinische Nachuntersuchung keinerlei Seitendifferenz.

S. K., 12 Jahre, Röntgenbilder vergl. Abb. 6.

H. F., 8 Jahre, Röntgenbilder vergl. Abb. 2.
Beim Sturz von einer Schaukel zog sich der Junge eine supracondyläre Fraktur ohne Dislokation der Fragmente zu. Die ambulante Gipsverband-Behandlung verhinderte ein nachträgliches Abrutschen der Bruchstücke, zur Zeit des Behandlungsabschlusses waren diese in idealer Stellung verheilt. 17 Monate nach dem Unfall ergab die Nachuntersuchung seitengleiche Verhältnisse im Ellbogengelenk.

Tab. 10 : Typeneinteilung der Frakturen (röntgenologisch)

Fraktur-Typ:	Extensions-Fraktur	Flexions-fraktur	Trümmer-fraktur	Fissur-Infr.	unbekannt	Σ
Fallzahl:	86	3	18	50	14	171

Die größte Gruppe bilden die dislozierten Extensionsfrakturen; die Relation Extensions- zu Flexionsfrakturen ist 86/3.

Trümmerfrakturen (18 Fälle: vergl. Abb. 6) werden im Verhältnis zur Gesamtzahl der Brüche selten beobachtet. Von den 14 Fällen, deren Fraktur-Typ unbekannt ist, sind Röntgenaufnahmen und -Befunde einem Archivbrand zum Opfer gefallen.

Tab. 11 gibt die im Röntgenbild beobachteten Dislokationsgrade (nach der FELSENREICH (18)-Einteilung, vergl. S. 10) der Fragmente wieder, die beim Sturz aus den verschiedenen Höhen zustande kamen.

Tab. 11 : Dislokationsgrad abhängig von Sturzhöhe

Sturzhöhe	ebene Erde	>0 bis 1,5 m	>1,5 m	fragl.	Σ
Fallzahl mit Disl. 1. ^o es:	e 13,10 b 9 d -4,10	18,34 14 -4,34	5,99 5 -0,99	26,57 36 +9,43	64,00 64 0
Fallzahl mit Disl. 2. ^o es	e 9,01 b 14 d +4,99	12,61 15 +2,39	4,12 3 -1,12	18,27 12 -6,27	44,01 44 -0,01
Fallzahl mit Disl. 3. ^o es	e 7,78 b 7 d -0,78	10,89 10 -0,89	3,56 7 +3,44	15,78 14 -1,78	36,01 38 -0,01
fragl.:	e 5,12 b 5 d -0,12	7,14 10 +2,86	2,34 1 -1,34	10,38 9 -1,38	24,98 25 +0,02
gesamt:	35	49	16	71	171

$$\chi^2 = 28,84$$

$$f = 9$$

$$S < 1 \%$$

Der χ^2 -Test ergibt eine signifikante Abhängigkeit des Dislokationsgrades von der Sturzhöhe.

64 supracondyläre Frakturen waren also so geringgradig verschoben, daß sie keiner Reposition bedurften. Bei weiteren 44 Frakturen trat eine 2.^oige, bei 38 eine 3.^oige Dislokation der Bruchstücke auf. In den 25 Fällen mit fraglichem Dislokationsgrad ist die Fragmentstellung auf den Röntgenbildern nicht eindeutig zu beurteilen. Sieht man sowohl von den 25 Frakturen ab, deren Dislokationsgrad sich nicht genau bestimmen ließ, als auch von den 71 Fällen, bei denen

die Sturzhöhe nicht ermittelt werden konnte, so ergeben sich folgende Konstellationen: Fast die Hälfte (14 Fälle) der 30 Kinder, die zu ebener Erde stürzten, zogen sich eine supracondyläre Fraktur mit Dislokationen 2.^oes zu, bei den übrigen trat - etwa zu gleichen Teilen - eine solche 1. (9 Fälle) oder 3.^oes (7 Fälle) auf. Annähernd 3/4 der 49 Unfälle, die sich aus geringer Höhe ereigneten, riefen, im Verhältnis 14:15, die Dislokationsgrade 1 bzw. 2 hervor, 10 weitere eine 3.^oige Fragmentverschiebung. Bei 1/3 der 15 Kinder, bei denen sich nach dem Sturz aus mehr als 1,5 m Höhe der Dislokationsgrad der Fraktur feststellen ließ, kam eine solche 1.^oes, bei 1/5 eine 2.^oes, bei etwa der Hälfte eine 3.^oes zustande.

Die knöchernen Begleitverletzungen im Unterarmbereich sind aus Tab. 12 zu entnehmen.

Tab. 12 : Begleitverletzungen im Unterarmbereich

Verletzungsart:	Fallzahl:
distale Rad.-Fraktur	5
distale Rad.- u. Uln.-Fraktur	5
gesamt:	10

In 10 von 171 supracondylären Frakturen traten also gleichzeitig Unterarmbrüche auf, und zwar alle im distalen Abschnitt.

J. F., 8 Jahre, Kr.-Bl. Nr. 27194, Röntgenbilder vergl. Abb. 7.

Die supracondyläre Extensionsfraktur mit Dislokation 3.^oes war von einer komplizierten Radius- und Ulnafraktur im distalen Unterarmdrittel begleitet, an dessen Volarseite sich eine 3 cm lange Wunde befand. Der Radialis puls ließ sich nicht tasten. Nach konservativer Reposition der supracondylären Fraktur in annähernd achsengerechte, des Unterarmbruches in ideale Stellung, legte man einen Armgips-Verband an. Im Laufe der 29 Tage stationärer Behandlung traten keinerlei Komplikationen auf. Bei der Entlassung

waren die supracondyläre Fraktur mit 2.^oiger Dislokation, der Unterarmbruch in idealer Stellung konsolidiert. Trotz mehrfacher Aufforderung erschien der Patient nicht zur Nachuntersuchung.

4. Therapie und Heilverlauf

Bei 168 Patienten wurde innerhalb der ersten 24 Stunden nach dem Unfall mit der Behandlung begonnen, nur 3 verspätet in die Klinik eingewiesen. Einer der 3 veralteten Fälle wurde 30 Stunden nach dem Unfall manuell reponiert und im Oberarmgips fixiert. Er heilte komplikationslos mit gutem Spätergebnis aus. Einen 3 Tage alten Bruch stellte man mit Olecranon-Drahtextension ruhig; während seines stationären Aufenthaltes beobachtete man bei diesem Patienten keinerlei Komplikationen, das Endergebnis kann nicht beurteilt werden, da der Patient nicht zur Nachuntersuchung erschien. Im 3., erst nach 8 Tagen aufgenommenen Falle, mußte die Fraktur operativ eingerichtet werden; anschließend fixierte man die Bruchstücke konservativ. Der endgültige Befund liegt noch nicht vor.

Alle nicht verschobenen Brüche (vergl. Abb. 2) stellte man ambulant im Oberarmgips ruhig. Wie häufig bei den verschiedenen Dislokationsgraden (Definition vergl. S. 10) die einzelnen therapeutischen Maßnahmen ergriffen wurden, geht aus Tab. 13 hervor.

Tab. 13 : Dislok.-Grad vor Anwendung der verschied.Therop.

Dislokation:	1.grades	2.grades	3.grades	fragl.	Σ
Fallzahl mit Gipsfixation:	59	23	18	12	112
Fallzahl mit Drahtextens.:	1	8	11	8	28
Fallzahl mit Ekesp-Extens.:	0	8	5	3	16
Fallzahl mit Metallfix. bzw. Op.:	1	5	4	1	11
Fallzahl mit unbekannter Therapie:	3	0	0	1	4
gesamt:	64	44	38	25	171

Bei dieser Aufstellung ist zu berücksichtigen, daß eine der Frakturen mit Dislokation 1.^oes wegen einer begleitenden distalen Radiusfraktur in Drahtextension ruhiggestellt wurde, eine weitere operativ eingerichtet, da es sich um einen offenen, instabilen supracondylären Bruch handelte. Bis 1965 fixierte man fast alle supracondylären Brüche im Gipsverband, nur in einzelnen Fällen machte man von der Olecranon-Extension (vergl. Abb. 5 c, d) Gebrauch. Seit 1966 benutzte man bei 16 dislozierten Frakturen die von v. EKESPARRE entwickelte Zusanordnung (vergl. Abb. 4 c, d). Die percutane Spickdrahtung (vergl. Abb. 6 b, c) nach konservativer Fragmentreposition wandte man zur Ruhigstellung einer instabilen und einer supracondylären mit begleitender Fraktur des Capitulum humeri an. Die 9 operativ behandelten Fälle sind auf S. 56 eingehend beschrieben.

Tab. 14 gibt die Fragmentstellung zur Zeit des Behandlungsabschlusses wieder (Definition der Dislokationsgrade vergl. S. 10).

Tab. 14 : Fragmentstellung am Ende der Behandlung

Dislokation:	1.grades	2.grades	3.grades	fragl.	Σ
Fallzahl:	92	67	2	10	171

Von den 161 Fällen, deren Fragmentstellung zum Zeitpunkt der knöchernen Heilung in Erfahrung gebracht werden konnte, war es nur bei 2 Kindern nicht gelungen, die hochgradige Dislokation zu beheben; beide letztere Frakturen waren im Gipsverband instabil und trotz ein- bzw. zweimaliger Nachreposition stellte sich die hochgradige Dislokation wieder ein. Der Vergleich mit Tab. 13, die die Dislokationsgrade der Frakturen vor Behandlungsbeginn zeigt, ergibt folgende Zahlenverhältnisse, wenn man die 25 bzw. 10 Fälle in den beiden Tabellen außer Acht läßt, deren Fragmentverschiebung nicht ersichtlich ist: Den 64 Brüchen mit primärer Fragmentdislokation 1.^oes stehen nach Behandlungsabschluß 92, den 44 mit 2.^oiger 67 und den 38 mit 3.^oiger 2 gegenüber. 7 der supracondylären Frakturen mit Dislokation 2.^oes und eine mit Dislokation 3.^oes waren von distalen Unterarmbrüchen begleitet.

5. Nachuntersuchungs-Ergebnisse

Insgesamt kamen 125 Patienten bis zu 10 Jahre nach dem Unfall zur Kontrolluntersuchung. Die Ergebnisse sind in Anlehnung an die von MORGER (34) empfohlene Klassifizierung folgendermaßen eingeteilt:

seitgleich: keine Seitendifferenz bei Inspektion, im Ellbogen-Winkel, im Umfang des Unterarmes, in der Beweglichkeit und im Röntgenbild;

- gut: Varus- bzw. Hypervalgusstellung bis zu 10° ,
Umfangdifferenz von weniger als 1,5 cm, Be-
wegungseinschränkung bis zu 10° ;
- genügend: Varus- bzw. Hypervalgusstellung bis zu 15° ,
Umfangdifferenz von mehr als 1,5 cm, Be-
wegungseinschränkung bis zu 15° ;
- ungenügend: Varus- bzw. Hypervalgusstellung von mehr als
 15° Seitendifferenz, Bewegungseinschränkung
über 15° .

Wieviel Jahre nach dem Unfall die einzelnen Spätergebnisse festgestellt wurden, gibt Tab. 15 wieder.

Tab. 15 : Spätergebnis abhängig vom Untersuchungs-Zeitpunkt

Befund:	seitgl.	gut	genügend	ungenügend	Σ
Unfall vor: 0 Jahren	3	2	1	4	10
1em Jahr	6	7	0	2	15
2 Jahren	4	9	0	2	15
3 Jahren	8	10	2	0	20
4 Jahren	6	5	0	0	11
5 Jahren	5	7	0	0	12
6 Jahren	3	3	1	1	8
7 Jahren	6	8	0	2	16
8 Jahren	4	1	3	2	10
9 Jahren	2	0	1	0	3
10 Jahren	2	3	0	0	5
gesamt:	49	55	8	13	125

(Zur Durchführung des χ^2 -Testes, um die Abhängigkeit des Befundes vom Alter zu testen, wurden bezüglich des Befundes die Merkmale "seitgleich" und "gut" zu einer Klasse zusammengefaßt, die Merkmale "genügend" und "ungenügend" zu einer zweiten Klasse, und den 4 Altersklassen von 0 bis 2 Jahre,

3 bis 5 Jahre, 6 bis 8 Jahre, 9 bis 10 Jahren gegenübergestellt.)

$$\chi^2 = 8,68$$

$$f = 6$$

$$p > 5 \%$$

Der χ^2 -Test zeigt, daß die Häufigkeitsunterschiede der verschiedenen Spätergebnisse nur zufällig von den Jahresgruppen abhängen, die zwischen Unfall- und Nachuntersuchungszeitpunkt liegen. Der große Anteil nicht befriedigender Ergebnisse in den Fällen, in denen das Trauma zur Zeit der Nachuntersuchung weniger als 1 Jahr zurücklag, ist zweifellos mitbedingt durch diese kurze Zwischenzeit; bei allen fünf darf mit einer Besserung im Laufe der folgenden Monate bzw. Jahre gerechnet werden. Beim Vergleich der insgesamt 40 Patienten, die spätestens 2 Jahre nach dem Unfall zuletzt untersucht wurden, mit den 85 Patienten, bei denen der Spätfund 3 - 10 Jahre nach dem Unfall erhoben wurde, findet man folgendes Zahlenverhältnis: 13 von 40 Patienten mit seitgleichem Nachuntersuchungsergebnis stehen 36 von 85 gegenüber, 18 mit gutem Ergebnis 37, einem mit genügendem 7, 8 mit ungenügendem 5 gegenüber.

In welchem Alter sich die Unfälle ereigneten, die die unterschiedlichen Spätergebnisse mit sich brachten, veranschaulicht Tab. 16.

Tab. 16 : Nachuntersuchungs-Ergebnis abhäng. vom Unfallalter

Befund	seitgl.	gut	genügend	ungenügend	Σ
Unfallalter:					
1 Jahr	0	0	1	0	1
2 Jahre	1	1	0	0	2
3 Jahre	3	1	0	0	4
4 Jahre	3	3	0	0	6
5 Jahre	3	4	2	1	10
6 Jahre	7	11	1	1	20
7 Jahre	11	4	3	4	22
8 Jahre	6	8	0	0	14
9 Jahre	4	4	0	3	11
10 Jahre	5	3	0	1	9
11 Jahre	2	8	1	2	13
12 Jahre	3	5	0	1	9
13 Jahre	1	1	0	0	2
14 Jahre	0	2	0	0	2
gesamt:	49	55	8	13	125

(Zur Durchführung des χ^2 -Testes, um die Abhängigkeit der Nachuntersuchungsergebnisse vom Unfallalter zu testen, faßte man bezüglich des Befundes die Merkmale "seitgleich" und "gut" zu einer Klasse zusammen, die Merkmale "genügend" und "ungenügend" zu einer zweiten Klasse, und stellte sie den 3 Altersklassen 1 bis 5 Jahre, 6 bis 10 Jahre, 11 bis 14 Jahre gegenüber.)

$$\chi^2 = 7,48$$

$$f = 6$$

$$s > 5\%$$

Mit dem χ^2 -Test läßt sich nachweisen, daß die Abhängigkeit der Nachuntersuchungsergebnisse von der Unfall-Altersstufe das Ausmaß von Zufallsschwankungen nicht überschreitet. Stellt man die Untersuchungsergebnisse der 65 Kinder, die die Fraktur in einem Alter bis zu 7 Jahren erlitten, den 60 z.Zt. des Unfalles 8 - 14-jährigen gegenüber, so findet man bei den seitgleichen Befunden beider Gruppen das Zahlenverhältnis 28 : 21, bei den guten die Relation 24 : 31, bei den genügenden 7 : 1, bei den ungenügenden 6 : 1. Eine Deutung dieser Verhältnisse ist schwierig.

Bei welchem primären Dislokationsgrad die unterschiedlichen Spätergebnisse festgestellt wurden, zeigt Tab. 17.

Tab. 17 : Nachuntersuchungs-Ergebnis abhängig vom primären Dislokations-Grad

Dislokation	1.grades	2.grades	3.grades	fragl.	Σ
seitgleich: e	16,46	13,33	11,76	7,45	49,00
b	24	10	8	7	49
d	+7,54	-3,33	-3,76	-0,45	0
gut: e	18,48	14,96	13,20	8,36	55,00
b	17	17	16	5	55
d	-1,48	+2,04	+2,80	-3,36	0
genügend: e	2,67	2,18	1,92	1,22	7,99
b	1	4	1	2	8
d	-1,67	+1,82	-0,92	+0,78	+0,01
ungenügend: e	4,37	3,54	3,12	1,98	13,01
b	0	3	5	5	13
d	-4,37	-0,54	+1,88	+3,02	-0,01
gesamt:	42	34	30	19	125

$$\chi^2 = 21,60$$

$$f = 9$$

$$\xi < 5\%$$

Der χ^2 -Test ergibt eine signifikante Abhängigkeit des Nachuntersuchungsergebnisses vom primären Dislokationsgrad. Läßt man die 19 Fälle unberücksichtigt, deren Primärdislokation sich nicht klassifizieren ließ, so heilte mehr als die Hälfte (24 Fälle) aller Frakturen mit Dislokation 1.^oes (insgesamt 42 Fälle) mit idealem Endergebnis, die übrigen, abgesehen von einer Ausnahme, mit gutem Nachuntersuchungsbefund (17 Fälle). Bei dieser Ausnahme, die zu einem ausreichenden Ergebnis führte, war die Behandlung zwar komplikationslos verlaufen und bei idealer Stellung der Bruchstücke abgeschlossen worden, aber die Kontrolluntersuchung 3 Jahre nach dem Unfall stellte eine Streckhemmung von 15^o fest bei einem Cubitus valgus von 5^o, im Vergleich zu einer Valgusstellung von 10^o auf der Gegenseite. In etwa 1/3 der (34) Fälle mit 2.^oiger Fragmentverschiebung erzielte man ideale (10 Fälle), in der Hälfte gute (17 Fälle), in etwa 1/5 ausreichende oder schlechte Resultate (7 Fälle). Bei 8 von 30 Frakturen mit Dislokation 3.^oes wurde ein idealer, bei mehr als der Hälfte (16 Fälle) ein guter, bei 1/5 ein ausreichender oder schlechter Befund (6 Fälle) festgestellt. Welche Therapie zu den unterschiedlichen Nachuntersuchungsergebnissen führte, demonstriert Tab. 18.

Tab. 18 : Nachuntersuchungs-Ergebnis abhängig von der Therapie

Befund	seitgl.	gut	genügend	ungenügend	Σ
Fallzahl mit Gips-Fixation	37	33	6	3	79
Fallzahl mit Olecranon-Extension	6	12	1	2	21
Fallzahl mit Ekesp.-Extension	3	6	1	5	15
Fallzahl mit Op. bzw. Metallfixation	1	3	0	3	7
Fallzahl mit fragl. Therapie	2	1	0	0	3
gesamt:	49	55	8	13	125

(Zur Durchführung des χ^2 -Testes, um die Abhängigkeit der Nachuntersuchungsergebnisse von der Therapie zu testen, stellte man bezüglich des Befundes die Merkmale "seitgleich", "gut" und die zu einer Klasse zusammengefaßten Merkmale "genügend" und "ungenügend" den Therapie-Klassen gegenüber: Gipsfixation, Olecranon-Extension, Ekesparre-Extension und den zu einer vierten Klasse zusammengefaßten Metallfixationen, operativen und fraglichen Behandlungsmethoden.)

$$\chi^2 = 11,70$$

$$f = 6$$

$$s > 5\%$$

Die Unterschiede der Nachuntersuchungsergebnisse bei den einzelnen Klassen sind nur zufällig. Die 5 schlechten und 2 der

guten Ergebnisse nach EKESPARRE-Extension sind noch nicht als endgültig anzusehen, da bei diesen Patienten der Unfall noch nicht lange genug zurückliegt.

C. P., 10 Jahre, Kr.-Bl. Nr. 43453, Röntgenbilder
vergl. Abb. 4.

Die supracondyläre Extensionsfraktur mit mäßig dislozierten Bruchstücken kam beim Ausrutschen auf der Straße zustande. Nach manueller Einrichtung und 21-tägiger EKESPARRE-Extension war die Fraktur in idealer Stellung fest geworden. Die Nachuntersuchung 4 Monate nach dem Unfall ergab noch geringe Bewegungseinschränkung, der Fragmentstand ließ jedoch eine Heilung ad integrum in den folgenden Monaten erwarten.

Bei den 79 im Gipsverband ruhiggestellten Brüchen ist zu beachten, daß 59 nur eine Primärdislokation 1. Grades zeigten, die in 21 der nachuntersuchten 38 Fälle mit seitengleichem, in 16 mit gutem, in einem mit genügendem Spätergebnis ausheilten. Im Vergleich dazu lag nur bei einem der mit Olecranondraht extendierten Frakturen eine anfängliche Dislokation 1. Grades vor, zusätzlich jedoch eine distale Radiusfraktur; über das Spätergebnis ist nichts bekannt. Bei allen mit dem EKESPARRE-Verfahren behandelten Patienten war die Dislokation 2. bis 3.-gradig. Die beiden Brüche, die percutan gedrahtet wurden nach manueller Einrichtung, heilten mit gutem Endergebnis. Zu den 5 operativ behandelten Patienten vergl. S. 56.

Bei insgesamt 13 Patienten hinterließ der Ellbogenbruch zeitweilige Schmerzen im Gelenkbereich. Sie klagten alle über einen leichten, ziehenden Schmerz bei Wetterwechsel oder nach stärkerer Beanspruchung des Armes.

Von den 46 Kindern, die der mehrfachen Aufforderung zur Nachuntersuchung nicht folgten, gibt Tab. 19 die Fragmentstellung zur Zeit der Entlassung wieder.

Tab. 19 : Fragmentstellung am Ende der Behandlung

Stellung	ideal	achsenger.	annäh.achseng.	schlecht	Σ
Fallzahl	24	12	6	4	46

Bei einem dieser Patienten entwickelte sich während der

Behandlung eine ischämische Kontraktur. Drei weitere wurden mit ge ingen neurologischen Ausfallserscheinungen entlassen.

6. Sonderfälle

a) offene Frakturen

Sechs der 171 beschriebenen Fälle wurden mit komplizierten Brüchen eingeliefert. Davon behandelte man 2 mit Olecranon-Extension, einen stellte man nach wiederholter konservativer Reposition im Gipsverband ruhig. Ein weiterer wurde wegen des begleitenden epicondylus-ulnaris-Abrisses operativ eingerichtet und im Gips fixiert. Einen zweiten, ebenfalls blutig reponierten Bruch, hielt man mit gekreuzten Bohrdrähten in der erreichten Stellung.

S. K., 12 Jahre, Röntgenbilder vergl. Abb. 6.

Der Patient kam mit einer komplizierten, stark dislozierten suprycondylären Trümmerfraktur zu stationären Behandlung. An der Streckseite des Oberarmes fand man eine 3 cm lange Schnittwunde. Die operativ eingerichteten Fragmente wurden mit zwei gekreuzten percutanen Spickdrähten in annähernd achsensgerechte Stellung fixiert, zusätzlich eine Oberarmgipsschiene angelegt. Komplikationen traten während der 19-tägigen stationären Beobachtung nicht auf. Vier Wochen nach der Operation wurden die Drähte entfernt, der Bruch war in unveränderter Stellung fest durchgebaut, der physiologische Cubitus valgus aufgehoben.

Die 6. Fraktur wurde zunächst auswärts konservativ behandelt; es entwickelte sich eine hochgradige ischämische Kontraktur, deren schwerwiegende Folgen zwei Korrekturoperationen erforderlich machten.

Die in Drahtextension ruhiggestellte Trümmerfraktur heilte mit idealem Spätergebnis. Die 2., ebenso behandelte supracondyläre mit begleitender Unterarmfraktur führte zu einem guten Nachuntersuchungsbefund. Der nach mehrfachen manuellen Einrichtungsversuchen im Gipsverband fixierte Bruch hinterließ eine leichte Sensibilitätsstörung der gesamten Hand, die während der Behandlung nicht aufgefallen war. Das funktionelle Endergebnis war gut. Die blutig reponierte, konservativ fixierte Fraktur ergab ein ideales Nachuntersuchungsergebnis.

Die mit Spickdrahtung behandelte Patientin erschien nicht zur späteren Kontrolluntersuchung. Trotz der schweren Komplikationen heilte die letzte Fraktur mit funktionell befriedigendem Ergebnis.

b) operativ behandelte Frakturen

Insgesamt wurden 9 Brüche operativ behandelt. Außer den 3 oben erwähnten, offenen Frakturen stellte man die Indikation einmal wegen einer Condylus-radialis-Fraktur, die der Patient nach knöcherner Heilung des supracondylären Bruches erlitt. In einem Falle ließen sich die verkeilten Bruchstücke konservativ nicht einrichten; 2 Frakturen konnten weder im Arm- noch im Thoraxgips in befriedigender Stellung gehalten werden. Bei einem veralteten Bruch war eine operative Einrichtung unumgänglich.

Von diesen 9 Frakturen wurden 6 mit gekreuzten Spickdrähten fixiert, die 3 übrigen blutig eingerichtet und konservativ ruhiggestellt, einer im Gipsverband, einer in EKESPARRE-Extension, einer in Olecranondraht-Extension. Die Metallfixation führte bei einem Patienten zu einem guten Endergebnis; bei einem 2. ist der schlechte Nachuntersuchungsbefund darauf zurückzuführen, daß nach einer, in Varusstellung verheilten supracondylären eine Condylus-radialis-Fraktur auftrat, die operativ behandelt werden mußte. Das Spätergebnis nach 3 weiteren Osteosynthesen ist unbekannt, da sich die Patienten nicht zur Nachschau vorstellten. Beim 6. Kind liegt die Operation erst wenige Monate zurück, so daß das endgültige Ergebnis noch nicht abzusehen ist. Die im Gipsverband ruhiggestellte Fraktur heilte mit idealem Spätergebnis; die EKESPARRE-Extension nach offener Reposition wurde ebenfalls erst vor einem halben Jahr durchgeführt, so daß eine Besserung der Gelenkfunktion noch zu erwarten ist. (Den Nachuntersuchungsbefund der in Drahtextension ruhiggestellten Fraktur vergl. Abb. 5.)

c) Komplikationen

α) Fehlstellungen

In einem einzigen Falle wurde ein Cubitus varus von 40° operativ korrigiert durch laterale Keilosteotomie des Humerus. Bei der Nachuntersuchung fand man freie Beweglichkeit des Ellbogengelenkes, jedoch einen Cubitus valgus von 5° im Vergleich zu 15° auf der Gegenseite. Röntgenologisch bemerkte man eine beginnende Subluxationsstellung des Radiusköpfchens.

β) neurologische Ausfallerscheinungen

Bei der Aufnahmeuntersuchung stellte man 4 primäre Radialisparesen, eine Medianus- und eine Ulnaris-Läsion fest. Von den Radialisverletzungen heilte eine nicht während der Behandlung aus, in den übrigen 3 Fällen enthält der Entlassungsbefund keinen Vermerk einer neurologischen Störung. Keiner dieser 4 Patienten erschien zur Nachuntersuchung. Die anfängliche Medianusparese bildete sich, abgesehen von einer minimalen Sensibilitätsstörung, bis zur Spätkontrolle völlig zurück. Bei der Ulnarisläsion hatte man 7 Tage nach dem Unfall die Indikation zur operativen Freilegung gestellt, mußte den Eingriff aber aufschieben, weil sich unter dem Gipsverband in der Ellbeuge eine Hautblase abgehoben und superinfiziert hatte. Wenige Wochen später erlangte der Nerv seine volle Funktion wieder.

Bei 5 Kindern traten sekundäre Nervenläsionen auf: Eine Ulnaris- und zwei Medianusverletzungen, außerdem 2 Paresen aller 3 Armnerven, die im Zusammenhang mit einer schweren ischämischen Kontraktur entstanden waren. Den N. ulnaris legte man 4 Wochen nach dem Unfall frei, fand jedoch keinerlei Verwachsung in seiner Umgebung, sondern ein komprimiertes Quetschhämatom, das vermutlich noch spontan resorbiert worden wäre. Bei der Nachuntersuchung war kein pathologischer Befund mehr zu erheben. In den übrigen 4 Fällen wartete man

eine Spontanheilung ab. Einer der Patienten mit Innervationsstörungen im Gebiet aller 3 Armnerven zeigte 8 Jahre nach dem Unfall als einzigen Restzustand eine minimale Sensibilitätschwäche auf dem Handrücken. Bei den 3 letzten Kindern konnten keine Spätfunde erhoben werden.

In 14 weiteren Fällen registrierte man bei der Nachschau erstmalig eine Nervenirritation. Sechsmal war der N. ulnaris, 4 mal der medianus, 3 mal beide und einmal alle 3 Nerven betroffen. Mit einer Ausnahme war den Patienten bis zu diesem Zeitpunkt keinerlei nervöse Störung aufgefallen. Ersterer hatte seit mehreren Jahren eine Berührungsempfindlichkeit der ulnaren Kleinfingerkante bemerkt. Für diese Ulnarisläsion ist zweifellos eine Valgusstellung von 30° verantwortlich zu machen, in der die bei der Nachuntersuchung 9 Jahre zurückliegende Fraktur verheilt war.

8) ischämische Kontraktur

In den 4 Fällen, in denen sich eine schwere Durchblutungsstörung entwickelte, war bei der Aufnahme eine Anämie der Hand aufgefallen. Sie wurden alle primär im Gipsverband ruhiggestellt, 2 zunächst in auswärtigen Krankenhäusern, 2 in der hiesigen Klinik. Die ausgeprägteste Form trat bei einem im Zirkulärgips ruhiggestellten Bruch auf. Der Patient (S. O., 9 Jahre, Kr.-Bl. Nr. 16616, Röntgenbilder vergl. Abb. 5) war 5 Tage nach dem Unfall mit gefühlloser, kalter, blasser Hand in die chirurgische Universitätsklinik Mainz überwiesen worden. Die Fossa cubiti wurde sofort eröffnet, die zwischen den Fragmenten eingeklemmte Arterie und der Nerv freigelegt, der Arm in Drahtextension ruhiggestellt. In einer zweiten Operation exartikulierte man die gangränösen Fingerglieder, später phalangisierte man die Hand zwischen I. und II. Finger. Bei der Nachuntersuchung 8 Jahre nach dem Unfall war der Patient zu 40 % invalidisiert, abgesehen von der Oppositions-Unfähigkeit des Daumens waren die Fingerstümpfe frei beweglich, das Handgelenk in Beugung

versteift, außer einer Überstreckbarkeit von 20° die Verhältnisse im Ellbogenbereich seitengleich. Die zweite auswärts vorbehandelte Patientin (S. K., 7 Jahre, Kr.-Bl. Nr. 16601) kam 11 Wochen nach dem Unfall mit Krallhandstellung und Narbenkontraktur im Ellbogenbereich in die hiesige Klinik (Zustand nach veralteter, komplizierter Fraktur mit riesiger Nekrose im Bereich der Beugerloge, weshalb man auf die Freilegung des eingeklemmten Nerven verzichtet habe). Fasziotomie, Abmeißelung einer Knochennase und Verkürzungsosteotomie des Unterarmes ermöglichten eine Armstreckung bis 170° , die neurologischen Symptome bildeten sich, abgesehen von einer Verminderung der groben Kraft der Hand und leichten Parästhesien, bis zur Nachuntersuchung zurück. 8 Jahre nach dem Unfall war das Handgelenk in maximaler Beugung versteift, die Finger bis 170° , das Ellbogengelenk bis 165° streckbar, die Beugung des Armes um 10° eingeschränkt; es bestand ein Cubitus varus von 10° .

Bei einem der ausschließlich in der chirurgischen Universitätsklinik Mainz behandelten Kinder mit supracondylärer und begleitender distaler Radiusfraktur (H. P., 4 Jahre, Kr.-Bl. Nr. 16934) wurde der Radialispuls erst nach manueller Einrichtung des Bruches tastbar, wenige Stunden später fiel eine Durchblutungsstörung der Hand auf, wonach der Gipsverband gespalten wurde. Man stellte eine Anaesthesie des Unterarmes fest, hauptsächlich des N. medianus und radialis. Nach Verkürzungsosteotomie und physikalischer Nachbehandlung des Narbengewebes kehrte die normale Beweglichkeit aller Gelenke zurück. Bei der Nachuntersuchung fand man eine Überstreckbarkeit des Ellbogens von 10° , geringgradige Sensibilitätsstörung des N. medianus und eine unauffällige Längendifferenz der Unterarme. Das andere Kind (K. W., 6 Jahre, Kr.-Bl. Nr. 12705) wurde mit einer Anaemie der Hand aufgenommen, der Gipsverband sofort gespalten, wegen starken Anschwellens der Hand nach einem Tag in der Ellbeuge gefenstert, eine Woche später durch Drahtextension ersetzt, da sich die Fingerschwellung immer noch nicht

zurückgebildet hatte. Es entwickelte sich eine Kontraktur des 2. und 3. Fingers sowie der Ellbogenregion, 25 Tage nach dem Unfall trat eine Radialisparese in Erscheinung. Durch konservative Therapie konnte die Streckbarkeit des Ellbogens erheblich gebessert, die Funktion des Handgelenkes fast normalisiert werden, die Finger ließen sich zur Faust schließen. Weil der Patient nicht zur Nachschau erschien, ist das Spätergebnis nicht bekannt.

G. Diskussion

Die supracondyläre Humerusfraktur ist eine der häufigsten Frakturen im Kindesalter. Dies bestätigte auch das eigene Krankengut. In den 10 beobachteten Jahrgängen wurden in der chirurgischen Universitätsklinik Mainz 171 kindliche supracondyläre Brüche des Oberarmes behandelt. Von 1962 - 1966 nahm die Häufigkeit dieser Fraktur stetig zu. Von welchen Faktoren dies abhing, ist allerdings schwer zu sagen. HENNRICKSON (22) und BÜRKLE DE LA CAMP (11) beschrieben eine Häufigkeitszunahme in den letzten Jahren.

Bei den eigenen Untersuchungen an Kindern von 0 - 14 Jahren fiel eine besondere Häufigkeit der Fraktur bei den 3 - 11-jährigen auf, das Maximum in der Altersstufe der 6 - 8-jährigen. HOFMANN (23) fand bei den von ihm behandelten Kindern im Alter von 1 - 14 Jahren einen Häufigkeitsgipfel zwischen dem 6. und 9. Lebensjahr, ebenso MORKOS (35) bei seinen 2 - 12-jährigen Patienten, KUSS und HENNRICH (28) stellten bei den von ihnen untersuchten Kindern im Alter von 3 - 12 Jahren bemerkenswerterweise das Häufigkeitsmaximum auch bei den 6 - 9-jährigen fest, SIMON (40) beschrieb bei seinen 1 - 14-jährigen Unfallpatienten mit Querbrüchen des distalen Humerusendes einen Häufigkeitsgipfel im Alter von 4 - 9 Jahren. Es ist anzunehmen, daß diese Altersverteilung mit zahlreichen, u.a. anatomischen und psychologischen Faktoren ursächlich zusammenhängt, die jedoch nicht näher untersucht wurden,

so daß über das Zustandekommen dieser Häufigkeitsunterschiede in Abhängigkeit vom Unfallalter nur Vermutungen angestellt werden könnten.

Insgesamt waren 103 Knaben und 68 Mädchen von der Fraktur betroffen, nach Untersuchungen von WELLER, KOSLOWSKI und RÜTZEL (46) war das Verhältnis 83 : 55, nach KUSS und HENNRICH (28) 16 : 5, nach SCHWENKE (41) 42 : 18, nach MORKOS (35) 33 : 18, nach BOETTCHER, SAILER und KOVACICEK (10) 16 : 17, nach SIMON waren, wie nach allen erwähnten Statistiken, abgesehen von der von BOETTCHER, SAILER und KOVACICEK (10), die Knaben häufiger betroffen als die Mädchen. Von einer ausgesprochenen Disposition der Knaben kann jedoch nicht ohne weiteres gesprochen werden, da auch die Häufigkeitsunterschiede des Bruches bei den Geschlechtern wahrscheinlich von vielen Faktoren mitbeeinflusst werden. Bis zum 6. Lebensjahr trat er im vorliegenden Krankengut bei beiden Geschlechtern mit gleicher Häufigkeit auf, vom 7. Lebensjahr an hauptsächlich bei Knaben; vergleichbar damit stellten TEUTSCH und SCHMIDT (42) anhand ihres Patientengutes fest, daß bis zum 6. Lebensjahr vorwiegend Mädchen, vom 7. - 10. Lebensjahr mehr Knaben die Fraktur erlitten.

Für die Links-Rechts-Verteilung des Bruches gaben WELLER, KOSLOWSKI und RÜTZEL (46) das Verhältnis 2 : 1 an, desgleichen TEUTSCH und SCHMIDT (42), SCHWENKE (41) fand die Relation von 39 : 21, BOETTCHER, SAILER und KOVACICEK (10) von 18 : 15. Nach eigenen Beobachtungen war der linke Ellbogen (111 mal) signifikant häufiger betroffen als der rechte (60 mal). Die Ursache für diese Verteilungsunterschiede wurde nicht genauer untersucht.

Die signifikanten Häufigkeitsunterschiede des Unfalles in den einzelnen Monaten hängen möglicherweise mit der Ferienordnung zusammen; etwa 62 % der Brüche wurden in den 5 Monaten der Frühjahrs-, Sommer- und Herbstferien beobachtet.

Die Sturzhöhe, aus der sich die Unfälle bei Knaben und Mädchen ereigneten, wurde statistisch getestet; es ergaben sich keine das Ausmaß von Zufallsschwankungen überschreitenden Verteilungsunterschiede. Für das Zustandekommen der verschiedenen Dislokationsgrade spielte die Sturzhöhe eine entscheidende Rolle, es bestand eine statistisch signifikante Abhängigkeit. Von den 8 Kindern mit supracondylärer und begleitender distaler Unterarmfraktur waren 3 aus einer Höhe von ca. 1 m, 4 aus 2 - 4 m Höhe gestürzt (vergl. SCHNEIDER und HOFMANN 39). In 3 von 60 Fällen mit supracondylärer Humerusfraktur berichtet SCHWENKE (41) von einer begleitenden Unterarmfraktur.

Bei den dislozierten supracondylären Brüchen, abgesehen von den Trümmerfrakturen, fand man im eigenen Krankengut das Verhältnis Extensionstyp : Flexionstyp 86 : 3, vergleichbar der von BLOUNT (5) gefundenen Relation von 99 : 1, der von BAUMANN (2) sowie VIERNSTEIN (43) angegebenen von 90 : 10, der von WELLER, KOSLOWSKI und RÖTZEL (46) von 96 : 4, der von MORKOS von 51 : 2 und der von KUSS und HENNRICH (28) von 20 : 1. Das starke Überwiegen der Extensionsfrakturen kommt durch den Unfallmechanismus zustande; die meisten Patienten stürzen dabei auf die reflektorisch ausgestreckten Arme, selten bleibt der Ellbogen beim Unfallgeschehen gebeugt.

Im eigenen Krankengut wurden bei insgesamt 171 supracondylären Brüchen 18 Trümmerfrakturen festgestellt. MORGER (34) ist der Meinung, daß diese im Kindesalter wesentlich seltener aufträten als beim Erwachsenen, macht allerdings keine Zahlenangaben. Auch SIMON (40) bezeichnet diese Bruchform im Kindesalter als selten.

Zur Differenzierung der unterschiedlichen Dislokationsgrade benutzte HOFMANN (23) die gleiche Einteilung (nach FELSENFELD), wie sie Tabelle 11 zugrunde liegt. Er fand bei 504 kindlichen supracondylären Brüchen 277 Dislokationen 1.^oes, 86 Dislokationen 2.^oes und 140 Dislokationen

3.^oes, im Vergleich dazu traten im eigenen Material von 146 Frakturen, deren Dislokationsgrad sich genau bestimmen ließ, 64 Dislokationen 1.^oes, 44 Dislokationen 2.^oes und 38 Dislokationen 3.^oes auf.

Zur Ruhigstellung aller supracondylären Infraktionen und nicht dislozierten Frakturen benutzt man in der chirurgischen Universitätsklinik Mainz, wie allgemein üblich (BAUMANN 2, BLOUNT 5, BÖHLER 7, EHALT 13, MORGER 34, v. EKESPARRE 16, HAGEN 19) einen Armgips. Bis 1965 machte man fast ausschließlich auch bei dislozierten Frakturen nach manueller Reposition von der Gipsfixation Gebrauch, mit der insgesamt 112 Kinder behandelt wurden, 41 von ihnen bei einer Fragmentdislokation 2. oder 3.^oes. BÖHLER (9) wandte bis 1956 in 64 Fällen mit mäßiger bis starker Fragmentdislokation den Gipsverband an, seit 1959 empfiehlt er diesen nur noch bei geringer Verschiebung der Bruchstücke, bei starker die gekreuzten percutanen Bohrdrähte. MORGER (34) stellte 88 von 102 dislozierten Brüchen im Gipsverband ruhig und benutzt diese Methode als Standardverfahren. TEUTSCH und SCHMIDT (42) fixierten 47 von 57 Brüchen mit Fragmentverschiebung im Gipsverband, BOETTCHER, SAILER und KOVACICEK (10) 19 von 27, HAGEN (19) 14 von 27; er rät dazu nur bei geringer Fragmentverschiebung und stabil erscheinendem Repositionsergebnis, spätestens nach einer erfolglosen Einrichtung legt er eine EKESPARRE-Extension an. EHALT (13) verwendet, nach Erprobung der meisten anderen Verfahren, selbst bei starker Dislokation entweder Gips- oder Extensionsverband, BAUMANN (2) und HOFMANN (23) die Gipsfixation bei geringer bis mäßiger Dislokation, bei starker die Olecranon-Extension. KUSS und HENNRICH (28) machen primär vom Gipsverband, bei mangelhafter Fixation in diesem von der Drahtextension Gebrauch. VIERNSTEIN und JANTZEN (44) empfehlen die operative Fixation nach einmaligem Abrutschen der Fragmente im Gipsverband, um den günstigsten Zeitpunkt für ein operatives Vorgehen nicht zu versäumen. BLOUNT (5)

verwendet bei frühzeitiger Behandlungsmöglichkeit den von ihm entwickelten Kragen-Manschetten-Verband (ebenso MOR-KOS 35), bei schon vor Behandlungsbeginn bestehender Schwellung die Drahtextension.

Die besonders zu sekundärer Verschiebung neigende, dislozierte Extensionsfraktur wurde auf Stabilitätsunterschiede nach Armgips- bzw. Thoraxgipsfixation geprüft. Ob bei jeder derartigen Fraktur ein Thoraxabduktions-Gips notwendig ist, um mit genügender Sicherheit ein Abrutschen der Bruchstücke zu vermeiden (VIERNSTEIN und JANTZEN 44, WENSE 47, LANGE 30), oder ob ein Longuettengips genügt (MORGER 34 und EHALT 13), um etwa gleichviele stabile Fragmentstellungen zu erzielen, d.h., ob die Wahl des Gipsverbandes keinen Einfluß auf den Behandlungserfolg habe (BOETTCHER, SAILER und KOVACICEK 10), konnte am vorliegenden Material nicht geprüft werden, weil bei einer zu großen Zahl von Fällen entweder die Stabilitätsverhältnisse oder die Art des Gipsverbandes nachträglich nicht mehr zu eruieren waren.

Die im Folgenden zahlenmäßig erwähnten Behandlungsergebnisse verschiedener Kliniken lassen allenfalls mit großem Vorbehalt einen Vergleich zu, stellt man das hinsichtlich Dislokationsgrad u.a. Faktoren sicher unterschiedliche Material der einzelnen Autoren in Rechnung, ebenso die Tatsache, daß Frakturen ohne oder mit geringer Fragmentverschiebung einen erheblichen Teil der im Gipsverband ruhiggestellten Brüche ausmacht, während die übrigen Behandlungsmethoden in solchen Fällen nur selten angewandt wurden, darüberhinaus, daß bei der Klassifizierung der Ergebnisse (Definition vergl. S. 47/48) nur annähernde Übereinstimmung mit den von den Autoren in verschiedenster Form ausgedrückten Resultaten erzielt werden konnte.

Bei 79 in der Universitätsklinik Mainz mit Gipsverband fixierten Frakturen stellte man zur Zeit der Nachuntersuchung 37 seitgleiche, 33 gute, 6 genügende und 3 unge-

nügende Befunde fest, die übrigen Patienten erschienen nicht zur Nachuntersuchung. BAUMANN (2) gab in seiner Statistik 25 seitgleiche, 9 gute, 4 genügende Spätergebnisse an, HOFMANN (23) 27 seitgleiche, 7 gute, 5 genügende und 1 ungenügendes, BOETTCHER, SAILER und KOVACICEK (10) 13 seitgleiche, 2 gute, 3 genügende und 4 ungenügende (2 der ungünstigen Behandlungsergebnisse führen sie auf passive Nachbehandlung zurück, die vom Hausarzt veranlaßt worden war). KUSS und HENNRICH (28) gaben bei allen 16 nachuntersuchten Patienten freie Beweglichkeit an, HAGEN (19) bei allen funktionell gute Endergebnisse.

Beim eigenen Material erscheint von den 23 primär dislozierten Extensionsfrakturen, deren Fragmentstabilität im Gipsverband bekannt ist, der Anteil der abgerutschten Brüche mit 9 Fällen erheblich. Wegen der bei instabiler Fragmentstellung erforderlichen Nachreposition, die das Risiko eines komplizierten Heilverlaufes erhöhen, benutzte man bei 28 mehr oder weniger dislozierten Brüchen primär die Olecranondraht-Extension. BÜRKE DE LA CAMP (11) verwendet diese immer primär, BAUMANN (2) und HOFMANN (23) bei starker Dislokation (HOFMANN (23) bezeichnet sie - nach vergleichenden Untersuchungen bei 504 mit unterschiedlichen Methoden behandelten eigenen Fällen - als Therapie der Wahl). KUSS und HENNRICH (28) machen von ihr Gebrauch bei im Gipsverband instabilen Fragmenten. BLOUNT (5) zieht sie bei schon eingetretener Armschwellung der Fixation im Kragen-Manschetten-Verband vor, EHALT (13) empfiehlt sie neben dem Gipsverband selbst bei starker Dislokation, MORGER (34) bei offenen Frakturen und Zirkulationsstörungen. Nach eigenen Beobachtungen führte sie bei 21 nachuntersuchten Kindern 6 mal zu seitgleichem, 12 mal zu gutem, 1 mal zu genügendem, 2 mal zu ungenügendem Spätergebnis. BAUMANN (2) berichtet von 42 seitgleichen, 24 guten, einem ungenügenden endgültigen Befund. KUSS und HENNRICH (28)

fanden freie Beweglichkeit bei der Nachuntersuchung der 4 mit Olecranondraht-Extension ruhiggestellten Frakturen.

Seit 1966 wird im vorliegenden Krankengut vorwiegend die EKESPARRE-Extension benutzt. V. EKESPARRE (16) selbst verwendet diese Anordnung bei Dislokationen ohne Kontakt der Fragmente. REHBEIN und HOFMANN (37) empfehlen sie zumindest bei allen schwer verschobenen Brüchen, HAGEN (19) spätestens nach einmaligem Abrutschen der Bruchstücke im Gipsverband. Früher machte er in solchen Fällen von der Olecranondraht-Extension Gebrauch, die jedoch nicht immer zu befriedigenden Ergebnissen geführt habe. Bei den eigenen, mit der EKESPARRE-Extension behandelten Fällen, bei denen Dislokationen 2. oder 3.^oes bestanden hatten, stellte man 3 seitgleiche, 4 gute und ein genügendes Endergebnis fest. V. EKESPARRE (16) beschrieb die mit diesem Verfahren behandelten Fälle; er erzielte 9 ideale, 1 gutes und 1 ungenügendes Ergebnis, letzteres nach passiver Nachbehandlung trotz gegenteiliger Anweisung. REHBEIN und HOFMANN (37) beobachteten 93 schwer dislozierte supracondyläre Frakturen, die mit nur wenigen Ausnahmen in idealer Stellung verheilt seien. Bei 25 der 26 nachuntersuchten Patienten fanden sie seitgleiche Verhältnisse. HAGEN (19) berichtet von 20 Kindern, die durchweg mit sehr gutem bis gutem Resultat behandelt worden seien, abgesehen von einer Ausnahme, bei der sich, trotz idealer Repositionsstellung in der Extension, durch Gefäßzerreißung eine ischämische Kontraktur entwickelte. Ob die EKESPARRE-Extension der BAUMANNschen vorzuziehen ist, kann bei der kleinen Zahl der bisher in der Universitätsklinik Mainz mit dieser Methode behandelten Fälle nicht entschieden werden, ebenso wenig nach den Statistiken von v. EKESPARRE (16), REHBEIN und HOFMANN (37) oder HAGEN (19). Zumindest in allen stark dislozierten Fällen erscheint das Verfahren jedoch empfehlenswert, berücksichtigt man seine einfache Anwendbarkeit, die Möglichkeit

exakter Korrektur jeder Dislokation (MORGER 34), die zuverlässige Fixation (HAGEN 19 ; schalenförmige Fragmente lassen sich nach seiner Ansicht in dieser Extension besser halten als mit Bohrdrähten) und die bisher erzielten Behandlungserfolge. Von Vorteil gegenüber der Olecranon Draht-Extension sind: der direkte Angriffspunkt der Extension am Humerus, die Vermeidung eventueller Verkantungen des distalen Fragmentes, wie sie bei schrägem Einbohren des Kirchner-Drahtes drohen, sowie der Wegfall jeglicher Zirkulationsbehinderung durch Manschettendruck. HAGEN (19) gibt der Methode bei ausgedehntem Frakturhämatom den Vorzug gegenüber operativen Maßnahmen.

Mit gekreuzten percutanen Spickdrähten fixierte man nach konservativer Fragmentreposition nur eine supracondyläre Fraktur mit Abriß des Capitulum humeri und einen instabilen Bruch. BÖHLER (6) wendet diese Methode seit 1959 bei allen stark dislozierten Frakturen an, SIMON (40) macht ebenfalls bei stärkerer Verschiebung der Bruchstücke von ihr Gebrauch, da sie in solchen Fällen offensichtliche Vorteile biete gegenüber dem Thoraxgips und der Drahtextension. KUSS und HENNRICH (28) benutzen das Verfahren, wenn die Fragmente sowohl im Gipsverband als in der Extension abrutschen. SCHWENKE (41) empfiehlt es als universell brauchbare Methode bei allen kindlichen supracondylären Frakturen. BLOUNT (5) dagegen warnt ausdrücklich vor jeder Art von Metallfixation bei allen konservativ eingerichteten Brüchen; bei komplizierten Frakturen hält er sie nur dann für indiziert, wenn aus mechanischen Gründen auch bei intakter Haut die Fragmentstellung ohne Drahtung nicht zu halten sei. Zwar sei eine solche Drahtfixation der zu sekundärer Verschiebung neigenden supracondylären Fraktur oft verlockend, aber die allzu häufigen, bleibenden Bewegungseinschränkungen trotz guter Fragmentstellung ließen dieses Verfahren als ungerechtfertigt erscheinen. Speziell bei kindlichen Patienten fürchtet er, daß diese die Haut in der Nähe

des eingebohrten Metalls aufkratzen und an den Nägeln wackeln. EHALT (13) lehnt alle durch das Gelenk gebohrten Drähte grundsätzlich ab und machte bei 395 supracondylären Frakturen nie von dieser Methode Gebrauch aus Furcht vor Wachstumsstörungen und Infektionen, obwohl er einräumt, daß der Weg ohne Metall mühsamer sei. Neben allen erwähnten möglichen Komplikationen der Spickdrahtung ist eine Nervenschädigung durch den eingebohrten Draht als schwerwiegendste Komplikation zu fürchten. Nach Berichten HOFMANNs (23) fixierte man in der Universitätsklinik Leipzig von 1956 - 1963 fast alle dislozierten kindlichen supracondylären Brüche mit percutanen Bohrdrähten. Wegen der Zahl der Fehlergebnisse, die nach Extensionsbehandlung geringer gewesen sei als nach Metallfixation, wurde letztere dort als Standardverfahren wieder aufgegeben. In den beiden eigenen Fällen führte sie zu gutem Endergebnis. SCHWENKE (41) beobachtete bei 56 Spätkontrollen nur sehr gute oder gute, HOFMANN (23) bei 69 Nachuntersuchten 45 sehr gute, 21 gute, 1 genügendes, 2 ungenügende, SIMON (40) bei 17 Fällen kein unerwünschtes Ergebnis. Aufgrund dieser Zahlenangaben scheint das Verfahren zumindest in den Fällen empfehlenswert, in denen die Bruchstücke durch Extension nicht in befriedigender Stellung gehalten werden können. Die von BLOUNT (5) und EHALT (13) geäußerten Bedenken haben sich, abgesehen von 3 (bei 134 Nachuntersuchten) unerwünschten Behandlungsergebnissen, als unbegründet erwiesen.

Die zahlreichen Gefahren der operativen Einrichtung kindlicher Ellbogenbrüche wurden und werden immer wieder betont, so daß sie ganz speziellen Indikationen vorbehalten bleiben muß. Abgesehen von der operativen Behandlung der Komplikationen (wie Durchblutungsstörungen, Nervenläsionen, Fehlstellungen, vergl. S. 24 u.f.) ist die Notwendigkeit der blutigen Einrichtung bei veralteten Frakturen leicht einzusehen. Durch die rasche Kallusbildung im Kindesalter wird diese erheblich früher notwendig als beim Erwachsenen,

MORGER (34) nennt als letzten Termin für eine konservative Reposition den 10. Tag nach dem Unfall. Weitere Indikationen stellen begleitende Apophysenabrisse mit Verlagerung in's Ellbogengelenk dar (EHALT 13, BAUMANN 2, WELLER, KOSLOWSKI und RÜTZEL 46 u.a.) sowie erfolglose manuelle Einrichtung dislozierter supracondylärer Brüche (HOFMANN 23), komplizierte Frakturen (BÖHLER 7, REHBEIN und HOFMANN 37, WELLER, KOSLOWSKI und RÜTZEL 46, BOETTCHER, SAILER und KOVACICEK 10 u.a.) oder die Interposition von Weichteilen zwischen die Bruchstücke (BÖHLER 8). VIERNSTEIN und JANTZEN (44) empfehlen die Operation nach einmaligem Abrutschen der Fragmente bei konservativer Behandlung, um den günstigsten Zeitpunkt nicht zu versäumen. BOETTCHER, SAILER und KOVACICEK (10) dagegen entschließen sich nur zu aktivem Vorgehen, wenn alle konservativen Möglichkeiten erschöpft sind, weil sie bei operativen Maßnahmen eine unvermeidbare Weichteilschädigung fürchten, auf die sie die ungünstigen funktionellen Ergebnisse bei gutem Stand der Fragmente zurückführen. Auch BLOUNT (5) weist ausdrücklich auf die Gefahr der Bewegungseinschränkung trotz guten Repositionsergebnisses hin. Zur Fixation der operativ eingerichteten Bruchstücke werden meist gekreuzte Bohrdrähte verwendet, EHALT benutzt einen Metallstift; REHBEIN und HOFMANN (37) betonen neben der Spickdrahtung die bleibende Bedeutung der Extension, besonders, wenn zu lange und zu häufige Durchleuchtungen notwendig wären. Von den 171 eigenen Fällen wurden insgesamt 8 blutig reponiert. Man stellte die Indikation 2 mal bei einem die supracondyläre Fraktur begleitenden Apophysenabriß, bei 2 im Thoraxgips instabilen, einem veralteten und einem komplizierten Bruch. In einem weiteren Falle waren die Fragmente so verkeilt, daß sie sich konservativ nicht einrichten ließen. Die 8. Indikationsstellung ist aus den Krankenunterlagen nicht ersichtlich. Bei 6 Patienten wurden die Bruchstücke mit gekreuzten Spickdrähten fixiert,

bei einem mit EKESPARRE-Extension, bei einem weiteren im Gipsverband. Die Endergebnisse nach Metallfixation waren: 1 mal gut, 1 mal schlecht (bei diesem Kind trat nach einer in Varusstellung verheilten supracondylären eine Condylus-radialis-Fraktur auf, die operativ behandelt werden mußte), die übrigen konnten nicht ermittelt werden. BOETTCHER, SAILER und KOVACICEK (10) machten bei 8 (von 93) supracondylären Brüchen von einer operativen Reposition Gebrauch, bei einer Trümmerfraktur und 7 mal wegen instabiler Fragmentstellung. Die Nachuntersuchung ergab 2 sehr gute, 2 gute und 4 genügende Befunde. HOFMANN (23) berichtet von 5 sehr guten, 2 guten, einem genügenden, 2 ungenügenden Ergebnissen nach Kontrolluntersuchungen an 10 von 12 offen reponierten Frakturen (von 504 supracondylären Brüchen). Die beiden von BAUMANN (2) operativ behandelten Frakturen (von insgesamt 112) verheilten ad integrum. MORGER (34) fand bei der Nachuntersuchung der 4 (von 110) Spätosteosynthesen 2 gute und 2 ungenügende Befunde. BÖHLER (8) sah sich bei über 1000 Fällen nur einmal wegen Interposition von Muskulatur zur blutigen Einrichtung gezwungen. Die in der Literatur angegebenen und eigenen Behandlungsergebnisse nach Anwendung der verschiedenen therapeutischen Verfahren lassen keinen Vergleich zu, da die Indikation zu den einzelnen Behandlungsmethoden unterschiedlich gestellt wurde und zahlreiche das Ergebnis beeinflussende Faktoren (z.B. Alter der Patienten, Zeitpunkt der Nachuntersuchung) unberücksichtigt blieben.

Neben der Art der Behandlung ist u.a. auch der Zeitpunkt der Nachuntersuchung für das Endergebnis von nicht zu unterschätzender Bedeutung, da sich die Beweglichkeit des Armes noch längere Zeit nach Entfernung des Fixationsmittels, noch nach Jahren durch Knochenumbau (EHALT 13, WENSE 47) und -Wachstum (SIMON 40, HOFMANN 23) zu bessern pflegt. Das vorliegende Material weist jedoch keine über die zufällige Streubreite hinausgehenden Unterschiede in

den Spätergebnissen auf, obgleich die Nachuntersuchung bis zu 2, bzw. 3 - 5, bzw. 6 - 8 Jahre oder mehr nach dem Unfall erfolgte.

Ebenso prüfte man die Nachuntersuchungsbefunde auf eine eventuelle Abhängigkeit vom Unfallalter, da die Reparations- und Umbauvorgänge, besonders das Knochenwachstum, entscheidend vom Alter des Kindes abhängen. Nach Ausführungen BLOUNT's (5) ist die Fähigkeit zur Überbrückung von Knochendefekten dem Alter umgekehrt proportional. Die statistische Testung der eigenen Ergebnisse zeigte auch hier nur zufällige Unterschiede der Spätbefunde bei einem Unfallalter von 1 - 5 Jahren, bzw. 6 - 10 Jahren bzw. 11 - 14 Jahren.

Wie zu erwarten, stellte man dagegen eine signifikante Abhängigkeit des Nachuntersuchungsbefundes vom primären Dislokationsgrad fest.

In einem einzigen Falle wurde ein Cubitus varus von 40° operativ korrigiert durch laterale Keilosteotomie des Humerus. Bei der Nachuntersuchung fand man freie Beweglichkeit des Ellbogengelenkes, einen Cubitus valgus von 5° im Vergleich zu 15° auf der Gegenseite. Röntgenologisch bemerkte man eine beginnende Subluxationsstellung des Radiusköpfchens. Die Korrektur einer Valgus- bzw. Varus-Fehlstellung ist nur auf operativem Wege (meist durch Keilosteotomie und gekreuzte Spickdraht-Fixation) möglich, da ein Ausgleich derselben nicht durch Wachstum erfolgen kann (BÖHLER 9).

Bei 6 Patienten stellte man eine primäre Nervenläsion fest, 4 mal war der N. radialis, 1 mal der N. medianus, 1 mal der N. ulnaris betroffen. Bei der Ulnarisverletzung hatte man 7 Tage nach dem Unfall die Indikation zur operativen Freilegung gestellt, mußte den Eingriff aber aufschieben, weil sich unter dem Gipsverband eine superinfizierte Hautblase im Ellbogenbereich fand. Wenige Wochen später erlangte der Nerv spontan seine volle Funktion

wieder. Die anfängliche Medianusparese bildete sich, abgesehen von einer minimalen Sensibilitätsstörung, bis zur Spätkontrolle völlig zurück. In der Regel verschwinden die Symptome primärer Nervenverletzungen nach wenigen Stunden bis Tagen nach Reposition des Bruches ohne Behandlung (WELLER, KOSLOWSKI und RÜTZEL 46). Anderenfalls verhalte man sich meist abwartend (HOFMANN 23, SCHWENKE 41), die Meinung der Autoren ist jedoch uneinheitlich. Operative Behandlung primärer Nervenläsionen bezeichnen BÖHLER (7) und EHALT (13) als überflüssig, da sie immer vollständig spontan ausgeheilt seien. Nach Ansicht BLOUNT's (5) ist eine Soforttherapie bei Lähmungen durch Nervenverletzungen kontraindiziert, da sie meist passager seien. BOETTCHER, SAILER und KOVACICEK (10) empfehlen bei Nervenzerreißung die primäre Naht, SIMON (40) stellt die Operationsindikation bei schlechter Fragmentstellung mit begleitendem Nervenausfall. SCHWENKE (41) berichtet von 6 primären Nervenläsionen, die alle spontan ausgeheilt seien.

Bei 19 der in der Universitätsklinik Mainz behandelten Kindern traten sekundär Symptome einer minimalen bis hochgradigen Nervenirritation auf (2 mal im Zusammenhang mit ischämischen Kontrakturen). In einem einzigen Falle legte man den Nerv 4 Wochen nach dem Unfall frei und stellte ein komprimierendes Quetschhaematom fest, das vermutlich noch resorbiert worden wäre. Die Nachuntersuchung bei diesem wie bei 4 unbehandelten Patienten ergab keinen pathologischen Befund. Eine Patientin zeigte erstmals bei der Spätkontrolle (9 Jahre nach dem Unfall) eine Ulnarisläsion, für die zweifellos eine Valgus-Fehlstellung von 30° verantwortlich zu machen ist (NOUCHET'sche Lähmung) (WELLER, KOSLOWSKI und RÜTZEL 46). Eines der Kinder mit Innervationsstörungen im Bereich aller 3 Armnerven zeigte 8 Jahre nach dem Unfall als einzigen Restzustand eine minimale Sensibilitätsschwäche auf dem Handrücken. Bei den übrigen Patienten stellte man erst bei der Nachunter-

suchung die neurologischen Symptome fest. Nach Beobachtungen von WELLER, KOSLOWSKI und RÜTZEL (46) betreffen sekundäre Nervenläsionen meist den N. radialis, gelegentlich den N. ulnaris. Bei ersten Symptomen einer Nervenverletzung sofort nach Reposition des Bruches betont EHALT (13) die Notwendigkeit unverzüglicher operativer Revision.

In 4 Fällen entwickelte sich eine ischämische Kontraktur geringen bis schweren Grades, 2 mal nach auswärtiger Vorbehandlung, 2 mal bei ausschließlich in der hiesigen Klinik behandelten Patienten. Einer der beiden ersten Fälle war 5 Tage lang im ungespaltenen Zirkulärgips ruhiggestellt worden, mit Nerv- und Gefäßeinklemmung zwischen die Fragmente. Beim 2. Patienten, mit kompliziertem Knochenbruch, habe sich ein großes Frakturhaematom entwickelt, zusätzlich sei der N. medianus eingeklemmt gewesen. Die beiden ausschließlich in der Mainzer Universitätsklinik behandelten Frakturen waren nach sofortiger Reposition im gespaltenen Zirkulärgips fixiert, die Durchblutung gewissenhaft überwacht worden. Bei diesen beiden Kindern war das Ausmaß der endgültigen Schädigung relativ gering. Als wichtigste Prophylaxe dieser schwerwiegenden Komplikationen gelten allgemein: sofortige Reposition der Fragmente, Vermeidung jedes komprimierenden Verbandes (ganz besonders des ungespaltenen Zirkulärgipses (BÖHLER 7, EHALT 13, REMBEIN und HOFMANN 37, BÜRKLE DE LA CAMP 11, HOFMANN 23), exakte Überwachung der Durchblutung (MORGER 34), BÜRKLE DE LA CAMP (11) hält diese in 1/2-stündlichen Abständen für notwendig), bei Zirkulationsstörungen, die sich trotz guter Fragmentstellung nicht zurückbilden, die sofortige operative Revision (WUSTMANN 49, EHALT 13, BLOUNT 5, v. EKESPARRE 16, BOETTCHER, SAILER und KOVECICEK 10). Zweifellos wäre, bei Beachtung dieser Grundregeln in den beiden auswärts vorbehandelten Fällen, zumindest dieses Ausmaß der Veränderungen vermeidbar gewesen. Fraglich ist jedoch, ob die Komplikation, vielleicht durch Wahl

eines anderen Fixationsmittels, in jedem der 4 Fälle hätte verhindert werden können, denn ob die Ischämie immer vermeidbar ist, konnte bisher nicht eindeutig nachgewiesen werden (BAUMANN 2).

H. Zusammenfassung

Die im Laufe von 10 Jahren in der chirurgischen Universitätsklinik Mainz behandelten 171 kindlichen supracondylären Humerusfrakturen wurden dokumentarisch erfaßt und nach statistischen Gesichtspunkten (vergl. Erhebungsbogen S. 83) ausgewertet. Bei den 0 - 14-jährigen Patienten stellte man den Häufigkeitsgipfel der Fraktur in der Altersstufe von 6 - 8 Jahren fest. Mehr Knaben als Mädchen erlitten den Bruch. Der linke Ellbogen war signifikant häufiger betroffen als der rechte. Es lagen 86 dislozierte Extensions-, 3 dislozierte Flexionsfrakturen, 18 Trümmerbrüche und 50 nicht dislozierte Frakturen vor. Bis 1965 stellte man fast alle Brüche im Gipsverband, nur wenige in Drahtextension bzw. mit gekreuzten Bohrdrähten ruhig. Seitdem machte man bei 16 dislozierten Brüchen von der EKESPARRE-Extension Gebrauch, 9 Patienten wurden operativ behandelt. Bei den 125 nachuntersuchten Kindern stellte man 49 seitgleiche, 55 gute, 8 genügende und 13 ungenügende Befunde fest. Es besteht ein statistisch signifikanter Zusammenhang mit dem primären Dislokationsgrad. Bei einem Cubitus varus von 40° erreichte man durch laterale Keilosteotomie des Humerus eine Valgusstellung von 5° . In 4 Fällen entwickelte sich eine mehr oder weniger ausgeprägte ischämische Kontraktur, 2 mal nach auswärtiger Vorbehandlung.

I. Anhang

Abb. 2

H. F., 8 Jahre
(vergl. S. 42)

a und b: Supracondyläre
Fraktur links
ohne Disloka-
tion der Bruch-
stücke

c und d: Ruhigstellung im
Gipsverband



e und f: Kontrollaufnahmen 3
Wochen nach dem Un-
fall: beginnender
knöcherner Durchbau
der nicht dislozier-
ten Fragmente.

g und h: 4 Wochen nach dem
Unfall ist der Bruch
in idealer Stellung
konsolidiert



g

h

Abb. 3

a

b

J. H., 7 Jahre (vergl. S. 41)

a und b: Stark dislozierte supracondyläre Extensionsfraktur rechts. Konservative Einrichtung, Thorax-Abduktionsgips.



c und d: Röntgenkontrolle 7 Wochen nach Behandlungsabschluß: Fragmente in 25° Extensionsstellung knöchern durchgebaut. Dadurch deutlich in die Ellbeuge vorspringender Oberarmsporn.

e

f



c

d

e und f: Kontrolle 10 Jahre nach dem Unfall. Ideale Achsenstellung. Fast vollständiger Abbau des knöchernen Beugehindernisses.

g und h: Vergleichsaufnahmen links

g

h

Abb. 4

a

b



C. P., 10 Jahre (vergl. S. 54)

a und b: Supracondyläre Extensionsfraktur rechts mit erheblicher Dislokation der Bruchstücke nach dorsal und ulnar.

c und d: Extension mit EKES-PARRE-Nägeln: achsen-gerechte Stellung.

e

f

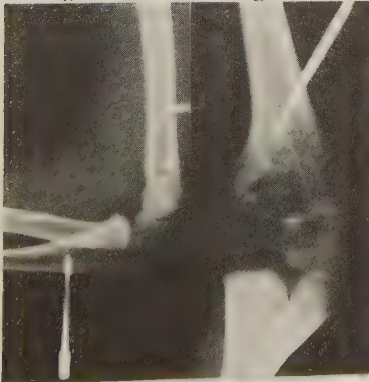


e und f: 4 Wochen nach dem Unfall: Fraktur in idealer Stellung fest durchgebaut.

g und h: Vergleichsaufnahmen des linken Armes (bei der Nachuntersuchung).

c

d



g

h

Abb. 5



S. O., 9 Jahre (vergl. S. 58)

a und b: Supracondyläre Extensionsfraktur links mit starker Verschiebung der Bruchstücke, Einklemmung der Arteria brachialis und eines Armnerven zwischen die Fragmente. Mehrfache Repositionsversuche und Fixation im Zirkulärgips. 5 Tage nach dem Unfall mit ausgeprägter ischämischer Kontraktur in die Universitätsklinik überwiesen. Operative Einrichtung der Fraktur, Zurücklagerung des Nerven. Ruhigstellung in Olecranondraht-Extension.

c und d: Kontrollaufnahmen 11 Tage nach dem Unfall: noch geringe Extensionsstellung und Versetzung des distalen Fragmentes nach radial um $\frac{1}{4}$ Schaftbreite.

e

f



g

h

und f: Nachuntersuchung
7 Monate nach dem
Unfall: Fraktur in
achsengerechter
Stellung verheilt.

und h: Zustand nach Amputa-
tion der Finger II - V
im Mittelgelenk,
Phalangisierung des
Daumens (operative
Spalthand).

i: Nachuntersuchung
8 Jahre später:
Handgelenk in Beuge-
stellung versteift.
Ellbogengelenk um
20° überstreckbar.
Sensibilitätsstörung
im Bereich des N.
ulnaris.



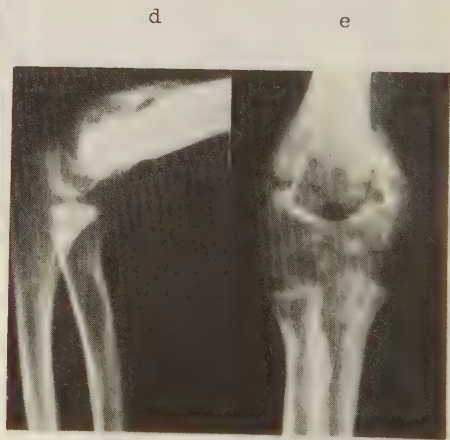
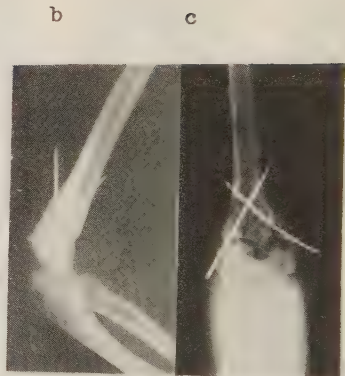
i

Abb. 6

S. K., 12 Jahre (vergl. S. 55)

a: Komplizierte supracondyläre

Trümmerfraktur rechts mit stark nach ulnar und vorne verschobenen Bruchstücken. Operative Einrichtung und Fixation mit 2 gekreuzten Bohrdrähten.



b und c: Verlaufskontrolle 6 Wochen nach dem Unfall: annähernd achsengerechte Fragmentstellung, knöcherner Durchbau, Entfernung der Drähte.

d und e: 7 Wochen nach dem Unfall: Fraktur fest durchgebaut (physiologische Valgusstellung des Armes aufgehoben).

Abb. 7

a

b



c

d



J. F., 8 Jahre
(vergl. S. 44/45)

a und b:

Supracondyläre Extensions-
fraktur rechts mit Dis-
lokation 3.^oes. Begleiten-
de komplizierte distale
Radius- und Ulnafraktur.
Reposition beider Frak-
turen, Gipsverband.

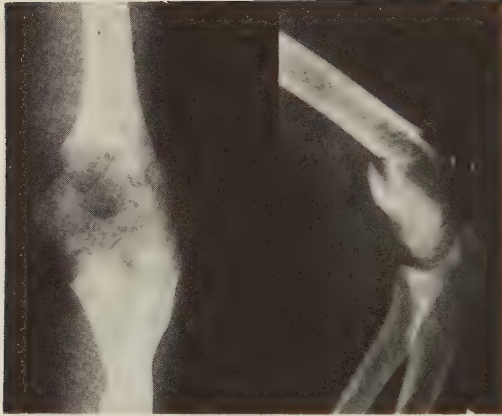
c und d:

Kontrolluntersuchung
4 Wochen nach dem Unfall:
Oberarmbruch in achsen-
gerechter, Unterarm-
fraktur in idealer
Stellung fest durchgebaut.

Abb. 8

a

b



D. U., 12 Jahre (vergl. S. 41)

a und b: Zustand nach supracondylärer Flexionsfraktur links mit Dislokation 1.^oes. Zwei konservative Repositionsversuche, Gipsfixation. 3 Wochen nach dem Unfall beginnender knöcherner Durchbau in Flexionsstellung. Abknickung des distalen Fragmentes um etwa 40° nach vorne.

ERHEBUNGSBOGEN

Thema: Supracondyläre Humerusfraktur im Kindesalter

Kennzeichen Name

der Person: laufende Nr.

Geburtsdatum

Unfallalter in Jahren

Unfall-Monat und -Jahr

Geschlecht

männl. (1) weibl. (2)

1

2 3 4

5 6

7 8 9 10

11

ANAMNESE:

Art des Unfalls

Spielunfall (1) Sportunfall (2) Verkehrsunfall (3)

häuslicher Unfall (4) Sturz mit Fahrrad (5)

Sonstiges (8) keine Angabe (9)

Sturzhöhe

zu ebener Erde (1) aus etwa 1 m Höhe (2) aus etwa

2 bis 4 m Höhe (3) aus mehr als 4 m Höhe (4) keine

Angabe (9)

Unfall-Mechanismus

Sturz auf Hand (1) auf Ellbogen (2) auf Arm (3)

Sonstiges (8) keine Angabe (9)

AUFNAHME-BEFUND (KLINISCH):

betroffener Arm

links (1) rechts (2) beide (3)

Art der Fraktur

geschlossen (1) offen, mit Fleischwunde (2) offen

mit Knochendurchspießung (3) offen ohne genauere

Angabe (8)

Beschaffenheit der Wunde

keine vorhanden (0) sauber (1) grob verschmutzt (2)

Sonstiges (8) keine Angabe (9)

Inspektionsbefund

Deformität (1) Schwellung (2) Hämatom (3) 1 und 2 und

3 (4) 1 und 2 (5) 1 und 3 (6) 2 und 3 (7) keine Angabe

über diese Symptome (9)

12

13

14

15

16

17

18

Schmerzhaftigkeit

19

Ruheschmerz (1) Bewegungsschmerz (2) Druckschmerz (3)
1 und 2 und 3 (4) 1 und 2 (5) 1 und 3 (6) 2 und 3 (7)
Schmerz ohne genauere Angabe (8) keine Angabe (9)

☐

Beweglichkeit

20

normal (1) eingeschränkt (2) aufgehoben (3) Abnorme
Beweglichkeit (4) keine Angabe (9)

☐

Durchblutungsstörung

21

keine Anzeichen (0) schwacher bis fehlender Radialis-
puls (1) Anämie der Hand (2) 1 und 2 (3) Durch-
blutungsstörung ohne genauere Angabe (8) keine
Angabe (9)

☐

Neurolog. Störung

22

keine Anzeichen (0) Läsion des N. radialis (1) des
N. medianus (2) des N. ulnaris (3) 1 und 2 und 3 (4)
1 und 2 (5) 1 und 3 (6) 2 und 3 (7) Nervenläsion
ohne genauere Angabe (8) keine Angabe (9)

☐

AUFNAHME-BEFUND (RÖNTGENOL.):

Typ der Fraktur

23

Extensionsfraktur (1) Flexionsfraktur (2) Infrak-
tion (3) Trümmerfraktur (4) disloziert ohne ge-
nauere Angabe (8) keine Angabe (9)

☐

Verlauf der Bruchlinie

24

keine der folgenden zutreffend (0) quer (1)
schräg (2) quer und schräg (3) keine Angabe (9)

☐

Grad der Dislokation (FELSENREICH 18)

25

- 1.^o = supracondyläre Infraktionen ohne Rotation und
Varusknick, und solche mit leichtem Extensions-
oder Flexionsknick (1)
- 2.^o = Brüche, die nicht knochentweit seitlich ver-
schoben sind, aber eine Achsen- oder
Rotationsverschiebung aufweisen (2)
- 3.^o = über knochentweit verschobene Brüche (3) keine
Angaben (9)

☐

Gegeilverletzung im Ellbogenbereich

Bruch des Epicondylus ulnaris (1), des Epicondylus
radialis (2) des Condylus ulnaris (3) des Condylus
radialis (4) Ellbogenluxation (5) Sonstiges (8)
keine Angabe (9)

25
☐

Gegeilverletzung im Unterarmbereich

proximale Radiusfraktur (1) proximale Ulnafraktur (2,
1 und 2 (3) distale Radiusfraktur (4) distale Ulna-
fraktur (5) 4 und 5 (6) Sonstiges (8) keine Angabe (9)

27
☐

Verletzung

Zeitpunkt der Verletzung

1 bis 24 Std. nach Unfall (1) 24 Std. bis 3 Tage nach
Unfall (2) 3 bis 10 Tage nach Unfall (3) später als
10 Tage nach Unfall (4) keine Angabe (9)

28
☐

Reposition

keine (0) einmal (1) zweimal (2) dreimal und mehr (3)
Reposition ohne Zahlangabe (4) keine Angabe (9)

29
☐

Extension

Streckbandage (1), Streckgips (2), Heftpflaster (3)
Sonstiges (4) Extension ohne genauere Angabe (8) keine
Angabe (9)

30
☐

Primärer Gipsverband

keiner (0), dorsale Gips (1) Oberarmgips (2),
Thoraxgips (3) Gipsverband ohne genauere Angabe (8)
keine Angabe (9)

31
☐

Metallfixation

percutane Applikation (1), operative Applikation
(2) Applikation ohne genauere Angabe (3)
Sonstiges (4) Metallfixation ohne genauere Angabe (8)
keine Angabe (9)

32
☐

Zeitpunkt der Metallfixation

keine Angabe (0), 1 bis 24 Std. nach Unfall (1)
24 Std. bis 3 Tage nach Unfall (2) 3 bis 10 Tage
nach Unfall (3) später als 10 Tage nach Unfall (4)
keine Angabe (9)

33
☐

Anwendung der Metallfixation

keine (0) primär (1) secundär (2) keine Angabe (9)

34
☐

VERLAUF:

Repositionsergebnis

stabil (1) instabil (2) keine Angabe (9)

35
☐

endgültige Stellung

ideal (1) gut=achsengerecht (2) ausreichend= annähernd achsengerecht (3) schlecht=keine nennenswerte Besserung (4) keine Angabe (9)

36
☐

Komplikationen

keine der Folgenden (0) ischämische Kontraktur (1) (Teil-)Paresen (2) 1 und 2 (3) keine Angabe über diese Komplikationen (9)

37
☐

Komplikationen

keine der Folgenden (0) Spannungsblasen (1) Drucknekrosen durch Gips (2) 1 und 2 (3) keine Angabe über diese Komplikationen (9)

38
☐

Komplikationen

keine der Folgenden (0) Wundinfektion (1) Nagelausriss (2) 1 und 2 (3) Sonstiges (8) keine Angabe über diese Komplikationen (9)

39
☐

Dauer der stationären Behandlung

in Tagen, keine Angabe (999)

40
☐

41 42 43
☐ ☐ ☐

44
☐

ENTLASSUNGSBEFUND (KLINISCH)

Beweglichkeit

Beugung-streckung frei (1) bis 10° eingeschränkt (2) mehr als 10° eingeschränkt (3) eingeschränkt ohne genauere Angabe (8) keine Angabe (9)

45
☐

Sonstiges

ENTLASSUNGSBEFUND (RÖNTGENOL.)

Baumann-Winkel

in °, keine Angabe (999)

46 47 48

Grad der bleibenden Dislokation (FELSENREICH 18)

Infraktion oder leichter Extensions- oder Flexions-
knick ohne Rotations- oder Varusknick (1) Seitver-
schiebung um weniger als Knochenbreite, aber Achsen-
bzw. Rotationsverschiebung (2) Verschiebung um mehr
als Knochenbreite (3) keine Angabe (9)

49

NACHBEHANDLUNG

der Fraktur

keine (0) Massage (1) Heißluft (2) funktionelle Be-
wegungsübungen (3) 1 und 2 und 3 (4) 1 und 2 (5)
1 und 3 (6) 2 und 3 (7) keine Angabe (9)

50

der Komplikationen

keine (0) Elektrisieren (1) operative Nervenfrei-
legung (2) Humerus-Osteotomie (3) Unterarmopera-
tion (4) Handoperation (5) 4 und 5 (6) Sonstiges (8)
keine Angabe (9)

51

NACHUNTERSUCHUNG (KLINISCH)

Zeitpunkt

in Jahren nach Unfall, keine Angabe (999)

52

53 54

Beweglichkeit/Messungen

seitengleich (1) Varus oder Hypervalgus bis 10°
und/oder Bewegungseinschränkung bis 10°=gut (2)
Varus oder Hypervalgus bis 15° und/oder Bewegungs-
einschränkung bis 15°=genügend (3) funktionell
deutlicher Ausfall=ungenügend (4) keine Angabe (9)

55

Sensibilitätsstörung im Handbereich

keine (0) im Radialisgebiet (1) Ulnarisgebiet (2)
Medianusgebiet (3) 1 und 2 und 3 (4) 1 und 2 (5)
1 und 3 (6) 2 und 3 (7) Sensibilitätsstörung ohne
genauere Angabe (8) keine Angabe (9)

56

Schmerzen im Ellbogenbereich

keine (0) nach Wetterumschlag (1) nach starker
Beanspruchung (2) ohne erkennbare Ursache (3)
keine Angabe (9)

57

--

NACHUNTERSUCHUNG (RÖNTGENOL.)

keine vorgenommen (0) vorgenommen (1)

Baumann-Winkel des verletzten Armes

Angabe in °, keine Angabe (999)

58

--

59 60 61

--	--	--

Baumann-Winkel der Gegenseite

Angabe in °, keine Angabe (999)

62 63 64

--	--	--

Differenz der Winkel beider Seiten

Angabe in °, keine Angabe (999)

65 66 67

--	--	--

Sonstiges

2	1	H	8
77	78	79	80

J. Literaturverzeichnis

- Asshoff, H.: 1. Myositis ossificans traumatica mit Scheingelenkbildung, ihre Entstehung und Behandlung, Zschr. Orthop. 105 (1968) 171-182.
- Baumann, E.: 2. Ellbogen in: Spezielle Frakturen- und Luxationslehre, hrsg. v.H. Nigst Bd. 2, 1 Stuttgart 1965 1-234.
3. Konservative und operative Knochenbruchbehandlung, Helv. chir. Acta 26 (1959) 241-246.
4. Wirkliche und vermeintliche Wachstumsstörungen nach kindlichen Ellbogenbrüchen, Helv. chir. Acta 26 (1959) 577-582.
- Blount, W.P.: 5. Knochenbrüche bei Kindern, Stuttgart 1957.
- Böhler, J.: 6. Gedeckte Osteosynthese mit Bohrdrähten bei stark verschobenen kindlichen supracondylären Humerusfrakturen, Arch. klin. Chir. 304 (1963) 517-518.
- Böhler, L.: 7. Die Technik der Knochenbruchbehandlung, Aufl. 12 und 13 Bd. 1 (1951) Wien, Supp. (1963) Wien.
8. Konservative und operative Behandlung der kindlichen Oberarmbrüche, Arch. klin. Chir. 304 (1963) 630-632.

9. Behandlung der supracondylären
Humerusfraktur bei Kindern und Jugend-
lichen, Mschr. Unfallhk. 64 (1961)
1-14.
- Boettcher, I.,
Sailer, R.,
Kovacicek, S.: 10. Behandlung supracondylärer Oberarm-
brüche im Kindesalter,
Chirurg 40 (1969) 28-30.
- Bürkle de la Camp, H.: 11. Die einfachste Frakturenbehandlung
einschließlich Extension,
Arch. klin. Chir. 295 (1960) 271-280.
- Dunlop, J.: 12. Transcondylar Fractures of the
Humerus in Childhood,
J. Bone Jt. Surg. 21 (1939) 59.
- Ehalt, W.: 13. Verletzungen bei Kindern und Jugend-
lichen, Stuttgart 1961.
14. Unfallchirurgie im Röntgenbilde,
Aufl. 2 Wien 1952.
- Eichler, J.,
Röhlig, H.: 15. Zur Ätiologie und Therapie der
ischämischen Kontraktur,
Zbl. Chir. 86 (1961) 2161-2166.
- Ekesparre, v. W.: 16. Die Behandlung der supracondylären
Humerusfraktur im Kindesalter,
Dtsch. med. J. 1958 168-173.
- Fahey, J. J.: 17. Fractures of the Elbow in Children,
Surg. Clin. N. Amer. 25 (1945) 1-28.
- Felsenreich, F.: 18. Behandlungsergebnisse nach schweren
supracondylären Oberarmbrüchen der
Kinder im "gefensterten Thorax-Arm-
gips", Chirurg 8 (1936) 128-133.
- Hagen, R.: 19. Zur Behandlung der supracondylären
Humerusfraktur beim Kind,
Chirurg 39 (1968) 414-417.

- Hecker, W. C.: 20. Zur percutanen Drahtfixation supracondylärer Humerusfrakturen im Kindesalter, Mschr. Unfallhk. 60 (1957) 245-250.
- Henningsen, B.: 21. Zur Prophylaxe der Myositis ossificans traumatica localisata nach Ellbogenverletzungen im Kindes- und Jugendalter, Mschr. Unfallhk. 72 (1969) 73-76.
- Henrikson, B.: 22. Supracondylar Fracture of the Humerus in Children, Acta chir. Scand. Supp. 369 (1966) 1-72.
- Hofmann, V.: 23. Zur Behandlung der supracondylären Humerusfrakturen im Kindesalter, Zbl. Chir. 93 (1968) 1678-1687.
- Jesserer, H.: 24. Myositis ossificans, Med. Klin. 55 (1960) 2185-2190.
- Katzmann, H.: 25. Zur Behandlung supracondylärer Oberarmfrakturen bei Kindern, Zbl. Chir. 90 (1965) 2089-2097.
- Keiser, v. D.: 26. Ellbogen In: Handbuch der medizinischen Radiologie, hrsg. v. L. Diethelm, O. Olsson, F. Strnad, H. Vieten, A. Zuppinger Bd. 4,2 Berlin 1968 229-308.
- Künzli, v. H. F.: 27. Zur operativen Behandlung der Ellbogenfrakturen, Med. Diss. Basel 1961.
- Kuss, B.,
Henrich, G.: 28. Zur Behandlung der supracondylären Humerusfraktur beim Kind, Zbl. Chir. 92 (1967) 319-326.
- Lange, M.: 29. Orthopädisch-chirurgische Operationslehre, München 1951.
30. Lehrbuch der Orthopädie und Traumatologie Bd. 2 und 3 Stuttgart 1967.

- Marion, J.: 31. Epicondylar- und Epitrochleo-Diaphysen-Nagelungen schwerer supracondylärer Frakturen im Kindesalter. Nicht zu reponierende Ellbogenluxation bei einem Kind, Lyon Chir. 56 (1960) 580-582.
- Mehlhof, C.: 32. Die sogenannte Myositis ossificans progressiva und ihre Therapie, Strahlentherapie 96 (1955) 428-438.
- Mitchel, W. J.,
Adams, J. P.: 33. Effective Management for Supracondylar Fractures of the Humerus in Children, Clin. Orthop. 23 (1962) 197-206.
- Morger, R.: 34. Frakturen und Luxationen am kindlichen Ellbogen, Basel 1965.
- Morkos, W.: 35. Konservative Behandlung der supracondylären Humerusfraktur im Kindesalter mit dem BLOUNTschen Verband, Zbl. Chir. 94 (1969) 565-569.
- Pfanzagl, J.: 36. Allgemeine Methodenlehre der Statistik, Aufl. 3 Bd. 2 Berlin 1968.
- Rehbein, F.,
Hofmann, S.: 37. Knochenverletzungen im Kindesalter, Arch. klin. Chir. 304 (1963) 539-562.
- Rush, L.,
Gelbke, K.: 38. Atlas der intramedullären Frakturfixation, München 1957.
- Schneider, H.,
Hofmann, S.: 39. Supracondyläre Oberarmbrüche und Unterarmfrakturen als Kombinationsverletzung beim Kind, Mschr. Unfallhk. 72 (1969) 299-303.
- Simon, H.: 40. Die Extensionsfrakturen des unteren Humerusendes im Kindesalter und ihre Behandlungsergebnisse, Arch. orthop. Unfallchir. 49 (1957/58) 150-168.

- Schwenke, K.: 41. Unsere Erfahrungen bei 71 mit gekreuzten Bohrdrähten versorgten supracondylären Humerusfrakturen, Mschr. Unfallhk. 71 (1968) 221-228.
- Teutsch, W.,
Schmidt, H.: 42. Supracondyläre Humerusfrakturen bei Kindern, Zbl. Chir. 92 (1967) 2874-2880.
- Viernstein, K.: 43. Die Behandlung schlecht verheilte supracondylärer Ellbogenfrakturen im Jugendalter, Zschr. Orthop. 88 (1957) 362-371.
- Viernstein, K.,
Jantzen, P. M.: 44. Die Behandlung supracondylärer Frakturen im Kindesalter, Zschr. Orthop. 88 (1957) 198-219.
- Volkman, v. R.: 45. Die moderne Chirurgie, Leipzig 1882.
- Weller, S.,
Koslowski, L.,
Rötzel, I.: 46. Die supracondyläre Humerusfraktur im Kindesalter, Med. Welt 1965 831-835.
- Wense, G.: 47. Ergebnisse der Behandlung supracondylärer Humerusfrakturen bei Kindern, Arch. orthop. Unfallchir. 49 (1957/58) 355-360.
- Witt, A. N.,
Rettig, H.: 48. Frakturen und Luxationen im Bereich des Ellbogengelenkes bei Kindern, Wiederherstellchir. Traum. 7 (1963) 19-55.
- Wustmann, O.: 49. Die Chirurgie des Ellbogengelenkes, Berlin 1954.

K. Lebenslauf

Am 30.6.1943 wurde ich als Tochter der Eheleute Johann Molitor und Maria geborene Dickopf in Mayen im Rheinland geboren.

Von 1950 bis 1954 besuchte ich die Volksschule in Kempenich, Eifel, anschließend von dort aus als Fahr-schülerin das Staatliche Neusprachliche Gymnasium in Mayen, wo ich am 2.3.1963 die Reifeprüfung ablegte. Am 1.4.1963 begann ich das Studium der Medizin an der Johannes-Gutenberg-Universität in Mainz, bestand dort am 24.4.1964 die Naturwissenschaftliche Vorprüfung, am 1.3.1966 die Ärztliche Vorprüfung. Nach dem ersten klinischen Semester in Mainz studierte ich ein Semester an der Universität Wien. Danach setzte ich das Studium in Mainz fort und absolvierte am 1.7.1969 das Ärztliche Staatsexamen.

Am 1.9.1969 begann ich meine Tätigkeit als Medizinal-Assistentin in der Chirurgischen- und Unfallklinik Dr. Frère, Wiesbaden, Mainzer Straße, wo ich vier Monate lang in der chirurgischen Abteilung arbeitete. Vom 1.1.1970 bis 30.6.1970 setzte ich die Arbeit als Medizinal-Assistentin fort in der inneren Abteilung des St. Josef-Hospitals, Wiesbaden, Solmsstraße, vom 1.9.1970 bis 31.12.1970 in der geburtshilflich-gynäkologischen Abteilung des evangelischen Krankenhauses in Köln-Kalk, Johann-Clasen-Straße. Nach meiner Bestallung am 4.12.1970 übernahm ich eine Assistentenstelle in der internen Abteilung des Dreikönigen-Hospitals in Köln-Mülheim, Keupstraße.

An dieser Stelle möchte ich besonders Herrn Priv. Doz. Dr. S. Hofmann danken für die freundliche Überlassung des Themas und seine wertvollen Rat-schläge.

Für die Übernahme des Korreferates bedanke ich mich bei Herrn Professor Dr. F. Kümmerle.

Ebenso gilt Herrn Priv. Doz. Dr. L. Horbach und Herrn Dr. med. K.-H. Schicketanz vom Institut für medizinische Statistik und Dokumentation in Mainz mein besonderer Dank für ihre Beratung bei der Einstufung und Auswertung des untersuchten Materials.

